



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

METODOS DE EVALUACION
NUTRICIONAL:
REVISION BIBLIOGRAFICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO
P R E S E N T A:
VICTOR HUGO POZOS LOZA

ASESOR DE TESIS: M. EN FC. CECILIA HERNANDEZ BARBA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE

AT'N: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 19 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Métodos de Evaluación Nutricional:
Revisión Bibliográfica.

que presenta El pasante: Víctor Hugo Pozos Loza
con número de cuenta: 097560674 para obtener el TITULO de:
Químico Farmacéutico Biólogo

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcallí, Edo. de Méx., a 08 de Junio de 2006

PRESIDENTE

QFB. Patricia Zuñiga Cruz

VOCAL

QFB. Juan Chiu Chan

SECRETARIO

MFC. Cecilia Hernández Barba

PRIMER SUPLENTE

MFC. Ricardo Oropeza Cornejo

SEGUNDO SUPLENTE

QFB. Azucena Lee Mendoza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente DIOS por haberme colocado en la familia a la que pertenezco, pues gracias a ella he sido formado con grandes valores.

Gracias Dios por el padre que me diste, pues gracias a el creci con el sentido de la responsabilidad, del valor de ser un verdadero hombre

Gracias, Dios por la madre que me diste, pues gracias a ella poseo la capacidad de amar y respetar.

Gracias Dios por el hermano que me diste, pues gracias a el y a pesar de todo siempre he encontrado su apoyo.

Gracias Dios por la esposa que pusiste en mi camino, porque con su apoyo y amor se han minimizado los obstáculos a los que he tenido que enfrentarme.

Gracias dios por el hijo con el que me bendeciste, porque el ha sido motivo de superacion para mi.

GRACIAS DIOS POR TODO

Gracias papà porque siempre me has apoyado en todo incluso cuando he cometido errores, gracias por estar siempre conmigo, gracias por tu amor, por tu comprensión, por ser siempre mi HEROE, gracias papi te amo.

Gracias Mamà por que res la mejor de todas, por ser mi cómplice y amiga, por todo ese inmenso amor que me has dado, por ser como eres, gracias mami te amo.

Gracias hermano por que siempre me has demostrado que cuando he necesitado ayuda has estado ahí para tenderme tu mano. Gracias Isra te amo.

Gracias amore mio, gracias a ti esposa mia por compartir la vida conmigo gracias por tomar mi mano y caminar junto, gracias por apoyarme, por estar juntos en las buenas y en las malas, gracias por darme ese preciosos hijito, Gracias Liz te amo.

Gracias hijo mio, por ser el motivo de inspiración de todos mis proyectos, algun dia sabras que todo lo que he hecho y haga a partir del momento en que te tuve en mis brazos siempre ha sido pensando en ti te amo Dieguito.

Quiero dar un agradecimiento especial a alguien que aparecio en mi vida como un verdadero angel Gracias Sra, Dulce por ese gran apoyo que he recibido, por toda su ayuda, por ese cariño que nos ha dado a toda mi familia.

Y finalmente quiero agradecer a mi maestra y asesora CECI, por toda su ayuda, y apoyo y por supuesto por su paciencia, Gracias maestra.

DEDICATORIA

QUIERO DEDICAR ESTA TESIS A DOS HOMBRES QUE HAN SIDO LOS MAS IMPORTANTES EN MI VIDA .

A MI PADRE .

ESTA TESIS Y LO QUE SOY ES FRUTO DEL ESFUERZO QUE REALIZASTE PARA HACER DE MI UNA PERSONA INDEPENDIENTE Y CON CAPACIDADES. QUIERO QUE ASI COMO YO ESTOY ORGULLOSO DE TI, TU LO ESTES DE MI.

A MI HIJO .

ESTA TESIS ES TAMBIEN PARA TI HIJO MIO, TU ERES EL RESPONSABLE DE MI ESFUERZO POR SER CADA DIA MAS DIGNO DE QUE SIENTAS ORGULLO DE MI.

ÍNDICE

- I. OBJETIVOS
- II. INTRODUCCIÓN
- 1. GENERALIDADES
- 1.1 NUTRICIÓN
- 1.1.1 DEFINICIÓN
- 1.1.2 FUNCIONES DE LA NUTRICIÓN
- 1.1.3 PIRÁMIDE NUTRICIONAL
- 1.1.4 FACTORES QUE MODIFICAN LAS NECESIDADES NUTRICIONALES
 - 1.1.4.1 EMBARAZO Y LACTANCIA
 - 1.1.4.2 NIÑEZ Y ADOLESCENCIA
 - 1.1.4.3 EDAD AVANZADA
 - 1.1.4.4 ENFERMEDAD CRÓNICA
 - 1.1.4.5 SOCIALES
- 1.2 DESNUTRICIÓN
- 1.2.1 DEFINICIÓN
- 1.2.2 CLASIFICACIÓN
 - 1.2.2.1 ETIOLOGIA
 - 1.2.2.2 GRADO DE INTENSIDAD
 - 1.2.2.3 TIEMPO DE EVOLUCION
 - 1.2.2.4 PRESENTACION CLINICA
- 1.2.3 SIGNOS CLÍNICOS DE LA DESNUTRICIÓN
- 1.2.4 SIGNOS FÍSICOS DE LA DESNUTRICIÓN
- 1.2.5 PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA DESNUTRICIÓN
 - A) MARASMO
 - B) KWASHIORKOR
 - C) KWASHIORKOR - MARASMATICO
 - D) BOCIO
 - E) RAQUITISMO
 - F) OSTEOPOROSIS
 - G) ANEMIA
 - H) BERIBERI
 - I) ARRIVOFLAVINOSIS
 - J) PELAGRA
 - K) ESCORBUTO
- 2.0 COMPOSICIÓN CORPORAL NORMAL
- 2.1 DETERMINANTES BIOQUÍMICOS
- 2.1.1 PROTEÍNAS
- 2.1.2 LIPIDOS
- 2.1.3 CARBOHIDRATOS
- 2.1.4 ELEMENTOS TRAZA
- 3.0 VALORACION DEL ESTADO NUTRICIONAL
- 3.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL
- 3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL
- 3.2.1 ANAMNESIS

- 3.2.1.1 ENCUESTA DIETETICA
- 3.2.1.2 RECOPIACION DE CONSUMO DE 24 HRS
- 3.2.1.3 REGISTRO DIRECTO DE CONSUMO³
- 3.2.1.4 REGISTRO DE PESOS Y MEDIDAS DE LOS ALIMENTOS
- 3.2.2 PESO CORPORAL
- 3.2.3 TALLA
- 3.2.4 ÍNDICE DE MASA CORPORAL
- 3.2.5 ÍNDICE PESO/TALLA
- 3.2.6 ANTROPOMETRIA
- 3.2.6.1 MEDICIONES CIRCUNFERENCIALES Y DE ESPESOR CORPORAL
- 3.2.6.1.1 PLIEGUES CUTANEOS
 - A) LOCALIZACION DEL PUNTO MEDIO DEL BRAZO
 - B) PLIEGUES CUTANEOS BICIPITAL Y TRICIPITAL
 - C) TÉCNICA DE SUJECIÓN DEL PLIEGUE CUTÁNEO PARA SU MEDIDA.
- 3.2.6.2 PERIMETRO BRAQUIAL
 - A) CIRCUNFERENCIA MEDIO BRAQUIAL
 - B) AREA MUSCULAR DEL BRAZO
- 3.2.6.3. PLIEGUE CUTANEO SUPRAILIACO
- 3.2.7 EVALUACIÓN BIOQUÍMICA
- 3.2.7.1 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE PROTEÍNAS
 - A) ALBUMINA
 - B) PREALBUMINA
 - C) TRANSFERRINA
 - D) RBP
 - E) RECuento TOTAL DE LINFOCITOS
 - F) ÍNDICE DE CREATININA
 - a) ÍNDICE CREATININA / TALLA
 - G) HIDROXIPROLINA
 - H) 3 METIL HISTIDINA
 - I) BALANCE DE NITRÓGENO
 - J) IGF-I
- 3.2.7.2 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE CARBOHIDRATOS
 - A) GLUCOSA
 - B) HEMOGLOBINA GLUCOSILADA
 - C) FRUCTOSAMINA
- 3.2.7.3 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE LIPIDOS
 - A) TRIGLICERIDOS
 - B) ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES
 - C) ÁCIDOS GRASOS NO ESENCIALES
- 3.2.7.4 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE VITAMINAS
 - A) VITAMINAS HIDROSOLUBLES
 - a) ÁCIDO ASCORBICO
 - b) TIAMINA
 - c) RIBOFLAVINA
 - d) PIRIDOXINA
 - e) VITAMINA B₁₂

- f) FOLATO
- g) NIACINA
- h) BIOTINA
- B) VITAMINAS LIPOSOLUBLES
 - a) RETINOL
 - b) VITAMINA D
 - c) VITAMINA E
 - d) VITAMINA K
- 3.2.7.5 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE ELEMENTOS TRAZA
 - A) HIERRO
 - B) YODO
 - C) FLUOR
 - D) CINC
 - E) SELENIO
 - F) MANGANESO
 - G) MOLIBDENO
 - H) COBRE
- 3.2.8 IMPEDANCIOMETRIA
 - A) BASE TEORICA
 - B) CONDICIONES DE LA MEDICIÓN
 - C) APLICACIONES
 - D) INTRUCIONES PREVIAS
- 3.2.9 DILUCION ISOTOPICA
- 3.2.10 DENSITOMETRIA POR INMERSION
- 3.2.11 CALORIMETRIA DIRECTA
- 3.2.12 CALORIMETRIA INDIRECTA
- 3.2.13 ACTIVACION DE NEUTRONES
- 3.2.14 INMUNOCOMPETENCIA
 - A) PRUEBAS IMUNITARIAS
- 3.2.15 AGUA CORPORAL TOTAL
- 3.2.16 CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA CORPORAL TOTAL (TOBEC)
- 3.2.17 MÉTODOS DE IMAGEN CORPORAL
 - A) ULTRASONOGRAFIA
 - B) TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA
 - C) RESONANCIA MAGNETICA
 - D) INFRARROJO PROXIMO
- 3.2.18 MÉTODOS DENSITOMETRICOS
 - A) HIDRODENSITOMETRÍA O PESADO BAJO EL AGUA
 - B) PLESTIMOGRAFIA ACUSTICA
 - C) PLETISMOGRAFÍA DE DESPLAZAMIENTO DE AIRE
 - D) ABSORCIOMETRÍA RADIOLÓGICA DE DOBLE ENERGÍA
- 4.0 MÉTODOS DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL EN DIFERENTES SITUACIONES CLÍNICAS
 - 4.1 PEDIATRÍA
 - 4.2 PACIENTES CON CANCER
 - 4.3 PACIENTES CON SIDA

- 4.4 OBSTETRICIA
- 5. SOPORTE NUTRICIONAL
 - A) DEFINICIÓN
 - B) OBJETIVO DEL EMPLEO DEL SOPORTE NUTRICIONAL
- 5.1 SOPORTE NUTRICIONAL ENTERAL
 - 5.1.1 DEFINICION
 - 5.1.2 VENTAJAS
 - 5.1.3 DESVENTAJAS
- 5.2 SOPORTE NUTRICIONAL PARENTERAL
 - 5.2.1 DEFINICION
 - 5.2.2 VENTAJAS
 - 5.2.3 DEFINICION
- 6. DISCUSIÓN
- 7. CONCLUSIONES
- 8. BIBLIOGRAFÍA
- 9. GLOSARIO

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar una revisión bibliohemerográfica de los métodos de evaluación nutricional, utilizando para ello medios de información primaria, secundaria y terciaria, para formar un compendio que sirva como herramienta en la determinación del estado nutricional y finalmente precisar el uso de soporte nutricional en pacientes que así lo requieran.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar cuales son los avances en la metodología de los métodos de evaluación nutricional de distintos grupos de personas sanas, enfermas y en diferentes situaciones clínicas.
- Valorar la importancia de un buen diagnóstico nutricional en la solución de los problemas de salud individual y poblacional.
- Establecer cual es el papel del Químico Farmacéutico Biólogo como integrante del equipo de procuración de salud.
- Establecer porque la evaluación nutricional debe ser parte del quehacer diario del profesional del equipo de salud.

INTRODUCCIÓN:

Una buena alimentación, hábitos de higiene positivos y patrones adecuados de actividad física y esparcimiento, son tres de los pilares de la salud y el bienestar del ser humano. En lo que se refiere a la nutrición, los avances de los conocimientos en décadas recientes permiten anticipar nuevas estrategias para la prevención y el tratamiento de algunas enfermedades crónicas y de ciertos cánceres, y en general aportan medidas para prolongar la vida en condiciones saludables ⁽¹²⁾.

El estado nutricional de un individuo es la resultante final del balance entre ingesta y requerimiento de nutrientes ⁽⁶⁾. En los niños y especialmente durante el primer año de vida, debido a la gran velocidad de crecimiento, cualquier factor que altere este equilibrio repercute rápidamente en el crecimiento, y por otro lado se encuentran las personas enfermas, estas, se encuentran en una condición en la que a menudo pierden peso por diferentes circunstancias ^(2,6), por lo que se encuentran en un estado de mayor vulnerabilidad. La valoración del estado nutricional en geriatría es de igual importancia ya que tiene como objetivos el diagnóstico de estados de malnutrición evidentes o de curso subclínico que, a menudo, pasan desapercibidas en exploraciones no específicas, así como determinar la existencia de riesgo de malnutrición que permita una intervención nutricional precoz ⁽⁷⁾. No obstante, los jóvenes por encontrarse en una etapa que se representa por agudas transformaciones psicológicas y biológicas, el crecimiento físico es desmesuradamente rápido, al mismo tiempo que se va madurando y reforzando la individualidad de la personalidad, lo que en algún momento puede romper el equilibrio y derivar en un estado de compromiso nutricional ⁽⁹⁾. Más adelante se describirán en detalle las características y factores de riesgo de cada uno de estos grupos de individuos.

El agotamiento de nutrientes incrementa la morbilidad y mortalidad, y la prevención o corrección de deficiencias de estas sustancias puede minimizar o eliminar los efectos adversos de la desnutrición ⁽³⁾, de tal modo que la nutrición es un factor importante en el origen y el tratamiento de diversas causas de muerte e incapacidad en cualquier individuo que se encuentre cursando o que este en riesgo de un factor predisponente ⁽⁴⁾.

La desnutrición como tal, es un padecimiento íntimamente ligado a los fenómenos sociales, culturales, económicos y psicológicos que caracterizan a una población ⁽¹⁾. Esta condición es un fenómeno progresivo, por lo que es de vital importancia aplicar las técnicas adecuadas ya que en esta evaluación se detectan deficiencias nutricionales en sus etapas iniciales ⁽⁵⁾, siendo este el principal objetivo de esta practica, pues de esta manera, en caso de detectarse se puede dar asesoría y apoyo nutricional si así se requiere.

Existen diferentes métodos para evaluar el estado nutricional, como son el interrogatorio, la valoración global subjetiva, las pruebas bioquímicas, la composición corporal, los datos inmunológicos, la antropometría, entre otros.

La evolución y el pronóstico de padecimientos médicos y quirúrgicos, agudos y crónicos, se han modificado de manera drástica gracias a los avances recientes en la nutrición clínica, en particular por el desarrollo de técnicas de alimentación enteral y parenteral.

La toma de conciencia de este problema se debe en parte a los mejores métodos diagnósticos desarrollados para el conocimiento de la misma. Por otra parte la complejidad de las patologías que se atienden actualmente, así como la edad promedio de los internados ha aumentado⁽¹⁰⁾, esto hace que sea mayor el número de pacientes que se presentan como desnutridos en los últimos años acentuando aún más la necesidad de afinar y de optimizar los métodos diagnósticos de la misma como también encontrar las soluciones más oportunas para esta problemática.

El presente trabajo de investigación bibliográfica tiene por objetivo recopilar los métodos mas utilizados para la evaluación del estado nutricional, con la finalidad de que sirva como herramienta para los responsables de la procuración de la salud humana. Actualmente el papel del Químico Farmacéutico Biólogo, es de vital importancia en el soporte nutricional, de aquí que nazca el interés por conocer los métodos más eficientes para establecer el estado de salud de los individuos que así lo requieran.

1.- GENERALIDADES

1.1 NUTRICIÓN

1.1.1 DEFINICIÓN

El termino “Nutrición” puede definirse según desde la perspectiva que se vea, es decir, puede considerársele como un estado, o un proceso o bien como una ciencia, con fines didácticos se describe a continuación cada una de estas acepciones. Sin embargo, para nuestros propósitos la siguiente definición, en la que se considera como un estado de los seres vivos, es la que se entiende como la más importante:

Nutrición: *Estado de equilibrio físico en el cual el gasto energético y plástico de los seres vivos es repuesto con regularidad y en cantidad suficiente para mantener reservas en situaciones donde es necesario un mayor desgaste y permitir seguir cumpliendo sus funciones eficientemente* ⁽¹⁴⁾.

Si se define a la nutrición como un proceso se dice que: *La nutrición es un conjunto de funciones armónicas y solidarias entre sí, que tiene por objeto mantener la integridad de la materia y conservar la vida* ⁽¹⁵⁾.

Si se define a la nutrición como una ciencia se dice que: *La nutrición es la ciencia que estudia los alimentos y su relación con la salud* ⁽¹⁵⁾.

1.1.2 FUNCIONES DE LA NUTRICIÓN

La calidad de vida de cualquier individuo depende íntimamente de sus hábitos de alimentación, los cuales derivan fundamentalmente en tres grandes aspectos; Desarrollo, Crecimiento y Actividad vital.

El objetivo de una dieta adecuada es lograr y mantener una composición corporal deseable y un potencial alto de trabajo físico y mental. Las necesidades dietéticas diarias en nutrientes esenciales, incluidas las fuentes de energía, dependen de la edad, el sexo, la estatura, el peso corporal y la actividad metabólica y física.

Para explicar esto desde el punto de vista bioquímico hay que aclarar varios aspectos: los nutrientes son compuestos químicos contenidos en los alimentos que se absorben y utilizan para mantener la salud⁽¹⁶⁾. Algunos nutrientes son esenciales porque el organismo no puede sintetizarlos y por ello tienen que ser obtenidos de la dieta. Entre los nutrientes esenciales hay vitaminas, elementos, aminoácidos, ácidos grasos y cierta cantidad de carbohidratos como fuentes de energía⁽⁶⁾. Los nutrientes no esenciales son aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de otros compuestos, aunque también pueden obtenerse de la dieta. Los nutrientes se dividen generalmente en macronutrientes y micronutrientes.

Los macronutrientes constituyen la mayor parte de la dieta y suministran energía, así como los nutrientes esenciales imprescindibles para el crecimiento, el sostenimiento y la actividad. Son macronutrientes los carbohidratos, las grasas (incluidos los ácidos grasos esenciales), las proteínas, los macroelementos y el agua.

Los carbohidratos son convertidos a glucosa y otros monosacáridos, las grasas a ácidos grasos y glicerol y las proteínas a péptidos y aminoácidos. Estos macronutrientes son intercambiables como fuentes de energía; las grasas proporcionan 9 /g; las proteínas y los carbohidratos, 4 Kcal. /g.⁽¹⁴⁾

Los carbohidratos y las grasas ahorran proteínas tisulares. Si no se dispone de suficientes calorías no proteicas, sea procedentes de la dieta o de las reservas tisulares (particularmente de la grasa), las proteínas no pueden utilizarse con eficiencia para el mantenimiento, la reposición o el crecimiento de los tejidos, y se necesitan cantidades considerablemente mayores de proteínas en la dieta para que haya un balance nitrogenado positivo.

Aminoácidos esenciales (AAE). Son componentes de las proteínas que resultan ser esenciales en la dieta. De los 20 aminoácidos de las proteínas, 9 son esenciales, es decir, necesarios en la dieta porque no pueden sintetizarse en el organismo. Ocho AAE son necesarios para todos los seres humanos. Los lactantes necesitan uno más, la histidina⁽¹⁾.

Las cantidades dietéticas recomendadas (CDR) para las proteínas disminuyen desde 2,2 g/Kg. en lactantes de 3 meses de edad hasta 1,2 g/Kg. en niños de 5 años y a 0,8 g/Kg. en adultos. Las necesidades de proteínas dietéticas están correlacionadas con la tasa de crecimiento, la cual varía en épocas distintas del ciclo vital.

Las diferentes necesidades de proteínas se reflejan en las necesidades de AAE. La cantidad total de AAE necesaria para los lactantes (715 mg/Kg./día) representa el 32% de sus necesidades de proteínas totales; los 231 mg/Kg./día necesarios para los niños de 10 a 12 años representan un 20%, y los 86 mg/Kg./día necesarios para los adultos representan un 11%, respectivamente ⁽¹⁶⁾.

Los ácidos grasos esenciales (AGE) se necesitan en cantidades equivalentes a 6-10% de la ingesta de grasa (equivalente a 5-10 g/día). Incluyen los ácidos grasos: ácido linoleico, el ácido araquidónico, ácido linolénico, ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico. Los AGE tienen que ser proporcionados por la dieta: los aceites vegetales contienen ácido linoleico y ácido linolénico, y los aceites de pescado marino, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico ⁽²⁷⁾.

Los AGE se necesitan para la formación de diversos eicosanoides, entre ellos prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina y leucotrienos. Los ácidos grasos Ω -3 parecen representar un papel en la reducción del riesgo de arteriopatía coronaria. Todos los AGE son ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), pero no todos los AGPI son AGE ⁽¹⁴⁾.

El ser humano necesita los macroelementos –sodio, cloro, potasio, calcio, fósforo y magnesio– en cantidades de unos gramos por día. El agua también es considerada como un macronutriente, puesto que se necesita en cantidades de 1 ml/Kcal. de energía consumida, o alrededor de 2.500 ml/día ⁽¹⁶⁾.

Las vitaminas, que se clasifican en liposolubles o hidrosolubles, y los oligoelementos son micronutrientes. Las vitaminas hidrosolubles son la vitamina C (ácido ascórbico) y los ocho miembros del complejo de la vitamina B: tiamina (vitamina B₁), riboflavina (vitamina B₂), niacina, piridoxina (vitamina B₆), ácido fólico, cobalamina (vitamina B₁₂), biotina y ácido pantoténico.

Las vitaminas liposolubles son: retinol (vitamina A), colecalciferol y ergocalciferol (vitamina D), α -tocoferol (vitamina E) y filoquinona y menaquinona (vitamina K). Sólo las vitaminas A, E y B₁₂ se almacenan en una medida significativa en el organismo. ⁽³⁾

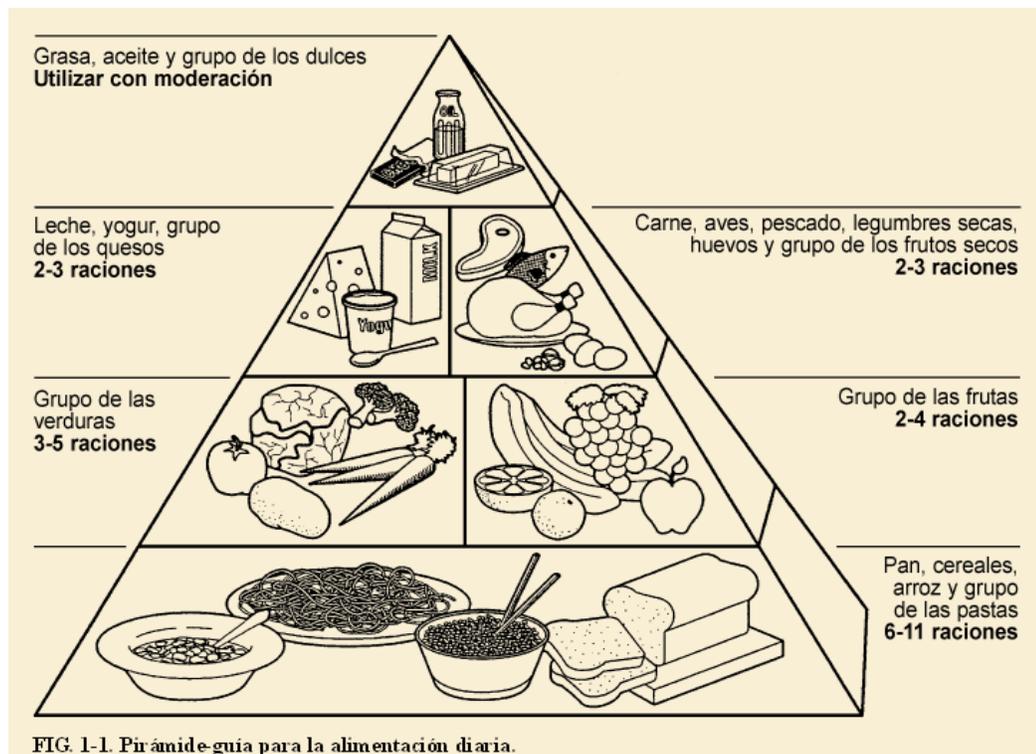
Ante un problema de baja ingestión, las reservas de un individuo pueden agotarse con rapidez en el caso de las vitaminas que no se pueden almacenar fácilmente. A la rápida depleción de reservas siguen (con menor velocidad) los daños a la función celular, de manera principal una disminución de las enzimas celulares. Si se examina a grupos de población en estas circunstancias, se pueden encontrar signos clínicos medibles con métodos psicometricos pero inespecíficos, como la irritabilidad, la falta de concentración y los trastornos de la memoria de corto plazo. Si persiste la deficiencia en la ingestión, estos casos pueden evolucionar a síndromes más característicos. ⁽¹²⁾

Los oligoelementos esenciales son hierro, yodo, flúor, cinc, cromo, selenio, manganeso, molibdeno y cobre. A excepción de flúor y cromo, cada uno de esos elementos está incorporado en enzimas u hormonas necesarias en el metabolismo. El flúor forma un compuesto con el calcio (CaF₂) que estabiliza la matriz mineral en huesos y dientes y evita la caída de éstos. A excepción del hierro y el cinc, las deficiencias de los microelementos son raras en la práctica clínica en los países industrializados ⁽²⁷⁾. Para conservar una buena salud, la composición del organismo tiene que mantenerse dentro de unos límites razonables. Esto exige equilibrar el aporte de energía con el gasto energético. Si el aporte de energía supera al gasto, o éste disminuye, el peso corporal aumenta, con resultado de obesidad. Recíprocamente, si el aporte de energía es menor que el gasto, se pierde peso.

1.1.3 PIRÁMIDE NUTRICIONAL

La Pirámide es un esquema de lo que debe comerse cada día. No es una receta rígida, sino una guía general que le permite seleccionar una dieta saludable y adecuada.

La Pirámide recomienda consumir una variedad de alimentos para obtener los nutrientes necesarios y a la vez la cantidad adecuada de calorías para mantener un peso saludable.



La punta superior de la Pirámide muestra las grasas, los aceites y los dulces. Estos son alimentos tales como: aderezos de ensaladas y aceites, crema, mantequilla, margarina, azúcares, refrescos, caramelos y postres dulces. Estos alimentos proveen calorías pero muy pocos nutrientes. La mayoría de las personas deben utilizarlos con moderación.

En el segundo nivel de arriba hacia abajo hay dos grupos de alimentos que provienen principalmente de los animales: leche, yogurt y queso; y carne, aves, pescado, frijoles, los huevos y las nueces. Estos alimentos son importantes por su contenido de proteínas, calcio, hierro y cinc.

Continuando en el mismo orden, este nivel incluye alimentos que provienen de las plantas: verduras y frutas. La mayoría de las personas necesitan comer más de estos alimentos por las vitaminas, los minerales y las fibras que proveen.

En la base de La Pirámide de Alimentos se encuentran los panes, los cereales, el arroz y la pasta, todos provenientes de granos. Se necesitan más porciones de este grupo de alimentos que de cualquier otro.

La Pirámide muestra una gama de porciones para cada uno de los principales grupos de alimentos. La cantidad de porciones adecuadas depende de la cantidad de calorías que necesite cada persona, que a su vez depende de la edad, el sexo, el peso, y el nivel de actividad física. Casi todas las personas deben consumir por lo menos el número mínimo de porciones que figuran en las distintas secciones de la Pirámide.

“Las siguientes recomendaciones sobre el nivel calórico están basadas en las recomendaciones de la Academia Nacional de Ciencias y en el consumo calórico reportado por los participantes en encuestas nacionales sobre el consumo de alimentos.

1.600 calorías son adecuadas para la mayoría de las mujeres inactivas y algunos adultos mayores.

2.200 calorías son adecuadas para la mayoría de los niños, las adolescentes, las mujeres activas y muchos hombres inactivos. Las mujeres embarazadas o que están alimentando bebés a pecho pueden necesitar más calorías.

2.800 calorías son adecuadas para los adolescentes, muchos hombres activos y algunas mujeres muy activas.”⁽²²⁾

1.1.4 FACTORES QUE MODIFICAN LAS NECESIDADES NUTRICIONALES

Existen diversos factores en los que es necesario, modificar las necesidades nutricionales, en términos generales se mencionan las situaciones que se encuentran comprometidas con la nutrición:

1.1.4.1 Embarazo y lactancia:

La nutrición es parte inseparable de la salud y su contribución tiene una trascendencia vital en el periodo prenatal y durante la lactancia. Las necesidades de todos los nutrientes están aumentadas en el embarazo y la lactancia. Una ingestión adecuada de energía durante el embarazo es importante para el crecimiento y desarrollo del feto, así como para el crecimiento de los tejidos de la madre y para el metabolismo adicional de los nuevos tejidos. ⁽⁴⁾

La anemia debida a deficiencia de ácido fólico es común en mujeres gestantes, especialmente en las que han tomado anticonceptivos orales, pues el consumo de estos esteroides afecta los nutrimentos como el mencionado ácido fólico, la vitamina B₆, la vitamina B₁₂, la riboflavina, la vitamina A y el zinc. El efecto de los anticonceptivos orales en la nutrición es en extremo importante porque, si al mismo tiempo no se suministro un complemento, se puede suponer que exista una deficiencia nutritiva. ⁽³⁰⁾

Actualmente se recomiendan suplementos de ácido fólico a las mujeres embarazadas para prevenir defectos del tubo neural (espina bífida) en sus hijos. Un lactante criado exclusivamente con lactancia materna puede desarrollar una deficiencia de vitamina B₁₂ si la madre es vegetariana estricta.

Los niños lactados al pecho durante los primeros cuatro a seis meses de vida crecen de manera adecuada. Esto significa que para la gran mayoría de los niños, los nutrimentos que contiene la secreción láctea de su madre son suficientes para cubrir la demanda cotidiana ⁽³⁰⁾. Sin embargo para que esto ocurra, es necesario tomar en consideración varios aspectos:

En mujeres mal alimentadas y desnutridas el volumen de leche se encuentra reducido de manera importante, del mismo modo disminuye la proporción de los lípidos y por ello la densidad energética, así mismo se reduce la cantidad de algunas vitaminas ⁽³⁰⁾. Una madre alcohólica puede tener un niño minusválido y desmembrado con síndrome alcohólico fetal, que se debe a los efectos del etanol y la malnutrición sobre el desarrollo fetal ⁽¹⁵⁾.

1.1.4.2 Niñez y Adolescencia:

Debido a la alta demanda de energía y nutrientes esenciales, los niños pequeños tienen un riesgo especial de hiponutrición. La desnutrición en niños que consumen cantidades insuficientes de proteínas, calorías y otros nutrientes es una forma de hiponutrición particularmente grave que retarda el crecimiento y el desarrollo ⁽⁵⁾.

En los países en vías de desarrollo, la desnutrición infantil se encuentra entre las primeras cinco causas de mortalidad y se inserta en un contexto de variables sociales, económicas y culturales que además de ser muy desfavorable son, por sí mismas, factores de riesgo que alteran el desarrollo infantil.

En México la desnutrición en menores de cinco años continúa siendo un grave problema de salud pública, a pesar de que durante décadas se han llevado a cabo diversos programas nacionales con el propósito de mejorar la situación ⁽³¹⁾.

En la adolescencia, la importancia se da en el hecho de que en esta etapa existe un aceleramiento en el ritmo de crecimiento, y toma lugar el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, procesos condicionados por el estado de nutrición ⁽⁹⁾. Aunque la ganancia de talla durante la pubertad es menor comparada con las etapas anteriores, estudios longitudinales han evidenciado que en la adolescencia puede existir cierta recuperación cuando ha existido deterioro en el crecimiento lineal ⁽¹⁹⁾.

1.1.4.3 Edad avanzada:

Un sentido del gusto y el olfato deprimido, la soledad, la incapacidad física y mental, la inmovilidad y las afecciones crónicas favorecen una ingesta dietética insuficiente en los ancianos. La absorción se reduce, contribuyendo tal vez a producir deficiencia de hierro, osteoporosis (también relacionada con la deficiencia de calcio) y osteomalacia debida a carencia de vitamina D y a ausencia de exposición a la luz solar. Al envejecer –con independencia de que exista enfermedad o deficiencia dietética– existe una pérdida progresiva de masa corporal magra, que asciende a unos 10 Kg. en hombres y 5 Kg. en mujeres. Esto explica la disminución del índice de masa corporal (IMC), el peso corporal total, la masa esquelética y la estatura, y un aumento de la grasa corporal media (expresada en porcentaje del peso corporal) de un 20 a un 30% en hombres y de un 27 a un 40% en mujeres. Estos cambios y la reducción de la actividad física conducen a que las necesidades de energía y proteínas sean inferiores, comparadas con las de los adultos más jóvenes ⁽¹¹⁾.

1.1.4.4 Enfermedad crónica:

Diversas investigaciones han señalado que la valoración nutricional debe formar parte integral de la evaluación clínica de los pacientes con enfermedades crónicas que requieren soporte nutricional para disminuir los riesgos de morbilidad secundaria a la desnutrición. En los pacientes con enfermedades crónicas, los estados de mala absorción (incluidos los resultantes de la cirugía) tienden a dificultar la absorción de vitaminas liposolubles, vitamina B₁₂, calcio y hierro ⁽¹⁵⁾.

Las enfermedades cardiovasculares son de naturaleza crónica y se manifiestan por lo general durante la vida adulta. En este tipo de padecimientos se presentan cambios patológicos en los vasos sanguíneos que alimentan al músculo cardíaco, al cerebro o a otras partes del organismo. Si bien la atención de estos padecimientos corresponde al cardiólogo, la prevención incumbe a los especialistas en nutrición ⁽¹⁷⁾.

La desnutrición energético-proteínica y la hipovitaminosis son padecimientos comunes en los sujetos con hepatopatía crónica. Se estima que se presentan en un intervalo que va de 10 a 100 por ciento de los casos de cirrosis, principalmente cuando esta es de origen alcohólico. La gran mayoría de los datos actuales sobre desnutrición en casos de hepatopatías crónicas provienen de estudios realizados en personas con daño hepático por alcohol. Son múltiples los factores que desencadenan en un desequilibrio nutricional; tales como reducción en la cantidad y calidad de alimento, reducción en la absorción y digestión de nutrientes, ocasionadas por la deficiencia de enzimas pancreáticas y sales biliares ⁽²⁵⁾.

La disfunción del riñón se asocia con una gran variedad de alteraciones metabólicas y nutricias que hacen que la desnutrición y el desgaste sean comunes en los individuos con padecimientos renales ⁽³⁷⁾.

El desgaste en pacientes Uremicos se caracteriza por: disminución del peso corporal, pérdida de masa muscular y tejido adiposo, bajas concentraciones de proteínas séricas (proteínas totales, albúmina y transferrina) y concentraciones alteradas de aminoácidos en el músculo y plasma.

Los mecanismos principales de la desnutrición energético-proteínica son: consumo inadecuado de nutrientes, pérdida de nutrientes durante la diálisis y alteraciones metabólicas ⁽⁴⁰⁾.

Es frecuente observar padecimientos infecciosos crónicos, en pacientes con Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA), producidos por agentes virales (citomegalovirus), infestaciones parasitarias (*Cryptosporidium ovale*, *Isospora hominis*) y otras infecciones (tuberculosis no comunes, gérmenes oportunistas, entre otras) llegan a condicionar diarreas profusas con pérdida de proteínas.

Los pacientes con SIDA pueden presentar trastornos gastrointestinales que afectan su estado de nutrición. Entre ellos están la mucositis, la mala absorción y el aumento del catabolismo.

Estos factores modifican la composición corporal de los enfermos, quienes tienen una marcada reducción de la masa muscular y de la masa grasa, lo que los lleva a un estado de caquexia muy similar al de los pacientes con cáncer ⁽²⁶⁾.

En años recientes el desarrollo de tumores malignos del tubo digestivo constituye la segunda causa de muerte en México; 10 por ciento de ellos son tumores del estómago. El tratamiento del cáncer produce una extensa variedad de efectos que influyen sobre los patrones de alimentación, algunos de los más comunes son la anorexia, el vomito y la diarrea ⁽³⁴⁾. En los pacientes que reciben nutrición parenteral prolongada domiciliaria, con mayor frecuencia tras resección total o subtotal del intestino, es preciso evitar las deficiencias de vitaminas y oligoelementos. Debe asegurarse de que se suministran en cantidad suficiente biotina, vitamina K, selenio, molibdeno, manganeso y cinc ⁽³³⁾.

Otra enfermedad crónica es la Artritis Reumatoide (AR.). La asociación entre esta y la desnutrición es cada vez más evidente, observándose en más del 25% de los sujetos que la padecen. Se ha demostrado que los pacientes con esta enfermedad mueren prematuramente, en particular por infecciones, similar a lo que ocurre en la desnutrición, igualmente se demostró que la desnutrición reumatoide ocurre a pesar de la energía y proteínas ingeridas para mantener la composición corporal. Las razones para esta relación son varias: a) la inflamación (numero de articulaciones inflamadas) característica de la enfermedad, a través de citocinas inflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa y la interleucina 1 que pueden llevar a la desnutrición, b) ingesta inadecuada de alimentos, d) tratamiento, y e) alteraciones en el metabolismo proteico ⁽²⁰⁾.

1.1.4.5 SOCIALES.

Por otro lado, se encuentran los factores sociales, culturales y económicos. Se puede decir que el 90% de los estados de desnutrición en nuestro medio, son ocasionados por una sola y principal causa: la sub-alimentación del sujeto, bien sea por deficiencia en la calidad o por deficiencia en la cantidad de los alimentos consumidos.

A: Factores dietéticos y de la ingesta:

La anorexia, la ageusia, la disgeusia, la anosmia, el exceso de alcohol, prótesis dentales mal adaptadas, ingesta inadecuada, dietas “de moda”, problemas masticatorios o de deglución, comer frecuentemente alimentos fuera del hogar, interacciones adversas de fármacos y alimentos, restricciones culturales o religiosas de la dieta, incapacidad de comer por mas de siete a 10 días, persistencia de la fluidoterapia intravenosa por mas de cinco días, cambios del gusto y dependencia de alimentos, todos estos factores pueden culminar en una modificación de las necesidades nutricionales ⁽⁴⁾.

Los vegetarianos no consumen productos animales y son susceptibles a deficiencia de vitamina B₁₂. Esta vitamina la proporcionan los extractos de levadura y los alimentos fermentados al estilo oriental. La ingesta de calcio, hierro y cinc también tiende a ser baja. Una dieta frugívora, que consiste únicamente en frutas, es deficiente en proteínas, sal y muchos micronutrientes y no es recomendable.

Muchas dietas comerciales anuncian un aumento de bienestar o una pérdida de peso. Los médicos deben estar en alerta ante la presencia temprana de una deficiencia o una toxicidad nutricional en los pacientes que las siguen. Dietas de esa clase han dado por resultado estados manifiestos de deficiencia en vitaminas, minerales y proteínas y trastornos cardíacos, renales y metabólicos, así como algunas muertes. Las dietas muy bajas en calorías (<400 Kcal. /Día) no pueden sostener la salud durante mucho tiempo. Algunos suplementos de oligoelementos indujeron toxicidad ⁽⁹⁾.

B) Dependencia de alcohol o drogas:

Los pacientes con problemas de alcohol o drogas son evidentemente poco fiables cuando se les pregunta por sus costumbres alimentarias; por ello puede ser imprescindible realizar las indagaciones pertinentes entre familiares y conocidos. La adicción lleva a una alteración del estilo de vida en la cual se descuida el mantenimiento de una alimentación suficiente. También se deteriora la absorción y el metabolismo de los nutrientes. Los altos niveles de alcohol son tóxicos y pueden causar lesión tisular, especialmente en tracto GI, hígado, páncreas, cerebro y sistema nervioso periférico.

Los bebedores de cerveza que continúan consumiendo alimento pueden ganar peso, pero los alcohólicos que consumen ≥ 1 cuartillo de bebida fuerte por día pierden peso y llegan a estar hiponutridos. Los drogadictos suelen estar emaciados. El alcoholismo es la causa más frecuente de deficiencia de tiamina en Estados Unidos y puede llevar a deficiencias de magnesio, cinc y otras vitaminas ⁽³⁶⁾

1.2 DESNUTRICIÓN

1.2.1 DEFINICIÓN

La asimilación deficiente de alimentos por el organismo, conduce a un estado patológico de distintos grados de seriedad, de distintas manifestaciones clínicas, que se llama Desnutrición.

El término Desnutrición, ya adoptado definitivamente en la terminología médica, ha venido a simplificar extraordinariamente, la confusión y variedad de nombres, que existían en las distintas escuelas de medicina y que se usaban para denominar padecimientos semejantes: las entidades clínicas llamadas Hipotrepia, Hipotrofia, Distrofia, Atrepia, Atrofia de Parrott, Descomposición, Consunción, Malnutrición y otras más, son, sencillamente, distintos grados de un mismo padecimiento de etiología variada, que ahora denominamos genéricamente con el nombre de Desnutrición.

La palabra desnutrición señala toda pérdida anormal de peso del organismo, desde la más ligera hasta la más grave, sin prejuizar en sí, de lo avanzado del mal, pues igualmente se llama desnutrido a un niño que ha perdido el 15% de su peso, que al que ha perdido 60% o más, relacionando estos datos siempre al peso que le corresponde tener para una edad determinada, según las constantes conocidas ⁽³⁶⁾.

La definición más completa es la de Ramos Galván:

“Un estado patológico, inespecífico, sistémico y potencialmente reversible originado como resultado de la deficiente utilización por las células del organismo, de los nutrientes esenciales y que se acompaña de varias manifestaciones clínicas de acuerdo a factores etiológicos, revistiendo diversos grados de intensidad” Es un padecimiento íntimamente ligado a los fenómenos sociales, culturales, económicos y psicológicos que caracterizan a una población ⁽⁵⁾.

1.2.2 CLASIFICACIÓN ⁽⁵⁾

La desnutrición se ha clasificado de acuerdo a diferentes parámetros como son: Etiología, Intensidad, Tiempo de evolución, y Presentación Clínica.

1.2.2.1 ETIOLOGIA

De acuerdo a la Etiología se clasifica en primaria, secundaria o mixta.

A. Desnutrición primaria: Es aquella producida por la ingesta insuficiente, inadecuada, desequilibrada o incompleta de nutrientes.

B. Desnutrición secundaria: Es debida a alteraciones fisiopatológicas existentes que interfieren en cualquiera de los procesos de la nutrición como:

- a) **Alteraciones de la ingesta:** Anorexia organica o funcional, trastornos anatómicos (por ej.: hemangiomas de la lengua o paladar hendido), funcionales (incoordinación cricofaríngea), factores iatrogénicos (inapetencia debida a hipervitaminosis A y D y restricciones innecesarias).
- b) **Alteraciones digestivas:** Como las que ocurren en la hipertrofia pilórica, anomalías congénitas del tracto gastrointestinal, fibrosis quística, enfermedad diarreica aguda, crónica y algunas deficiencias enzimáticas.
- c) **Alteraciones en la absorción:** Por hipermotilidad, disminución de la superficie de absorción, o transporte inadecuado de nutrientes desde la luz intestinal hasta los capilares o linfáticos (enfermedad de Crohn, enfermedad celiaca, alergias intestinales, obstrucciones linfáticas, hipertensión portal o insuficiencia cardiaca).
- d) **Defecto de la utilización o aumento de los requerimientos de nutrientes:** Hipertiroidismo, enfermedades infecciosas, estrés y ejercicio exagerado.

- e) **Excreción exagerada** o pérdida de nutrientes por cualquier vía: Síndrome nefrótico, glucosuria, infecciones, enteropatía perdedora de proteínas, fibrosis quística, quemadura.

C. Desnutrición mixta: Donde están comprometidos conjuntamente tanto factores primarios como secundarios.

1.2.2.2. GRADO DE INTENSIDAD:

- Grado I o leve
- Grado II o moderada
- Grado III o severa

1.2.2.3. TIEMPO DE EVOLUCIÓN:

- **Desnutrición aguda:** Generalmente es desencadenada bruscamente por un proceso patológico que lleva a la supresión de la ingesta y/o aumento del requerimiento.
- **Desnutrición crónica:** Evoluciona lenta y progresivamente, tiene diferentes grados de severidad, se observan alteraciones anatómicas importantes y frecuentemente se encuentra daño irreversible.

1.2.2.4. PRESENTACIÓN CLÍNICA

- Marasmo
- Kwashiorkor
- Kwashiorkor-Marasmo.

1.2.3 SIGNOS CLÍNICOS DE LA DESNUTRICIÓN^(4,14,29)

Existe un sinnúmero de signos clínicos que pueden aparecer al existir un estado de desnutrición, pues según sea el origen de este estado, serán los signos que se puedan palpar, por ejemplo, la absorción deficiente de hierro en dietas vegetarianas predispone a los individuos a presentar una deficiencia de hierro, lo que traerá como consecuencia la aparición de anemia por deficiencia de Hierro, por lo tanto aparecerán los signos clásicos de esta patología. De tal modo que los signos vinculados con deficiencias de nutrimentos pueden ser también inesperados y a menudo aparecen tardíamente, sin embargo no dejan de ser útiles, ya que alertan sobre la posible existencia de diversas deficiencias, incluyendo la de oligoelementos.

En el siguiente cuadro se enlistan los signos clínicos más frecuentes que aparecen cuando se presenta la existencia de deficiencias de nutrimentos específicos:

NUTRIMENTO	SIGNO
Vitaminas	
Vitamina B ₁₂	Anemia (megaloblástica y Macrofítica), Lengua atrófica, neuropatía periférica y degeneración combinada subaguda de la medula espinal(p.ej., ausencia de reflejos de tobillo y dedos de los pies hacia arriba)
Ácido fólico	Anemia (megaloblástica), lengua atrófica
Vitamina A	Xeroftalmia, hiperqueratosis de la piel, manchas de Bitot
Vitamina C	Equimosis fáciles, equimosis (prueba de Hess positiva)
Vitamina K	Equimosis fáciles (prueba de Hess negativa)
Vitamina D	Raquitismo (muñecas hinchadas, rosario raquítrico, rodillas que chocan entre sí) tetania, y signo de Trousseau positivo (hipocalcemia), miopatía proximal.
Vitamina E	Mielopatía, ataxia, pérdida del sentido de la posición de las piernas, retinopatía / ceguera.
Tiamina	Neuropatía periférica (beriberi seco), edema (beriberi húmedo), oftalmoplejía, síndrome de Wernicke-Korsakoff

Minerales	
Calcio	Osteoporosis
Hierro	Anemia (microcítica hipocrómica), coiloniquia, estomatitis angular, lengua atrófica.
Zinc	Dermatitis bulbosa-pustular peristomal y acral, pérdida del cabello.
Magnesio	Tetania, signo de Trousseau positivo, arritmias cardiacas.
Sodio	Hipotensión pustural
Potasio	Arritmias cardiacas
Ácidos grasos esenciales	Dermatitis difusa con escamas
Oligoelementos	
Hierro	Anemia hipocrómica, estomatitis angular, coiloniquia.
Cromo	Hiper glucemia, neuropatía periférica, confusión.
Cobalto (vitamina B ₁₂)	Anemia megaloblástica, neuropatía periférica, degeneración combinada subaguda de la medula espinal.
Cobre	Anemia (con características megaloblásticas, neutropenia)
Yodo	Bocio, hipotiroidismo
Manganeso	Dermatitis, cambios del color de la piel, hipoprotrombinemia)
Molibdeno	Nivel disminuido de conciencia, intolerancia al sulfito y aminoácidos, hipouricemia
Selenio	Miopatía, cardiopatía
Zinc	Erupción cutánea, alopecia, perdida del sentido del gusto, diarrea

TABLA 1.1 SIGNOS CLINICOS DE LA DESNUTRICION. REF 3

Los signos generalizados son en especial importantes para valorar la desnutrición crónica. Sin embargo es difícil establecer un diagnostico de deficiencia de nutrimentos a partir solo de los signos, por lo tanto es necesario hacer uso de otros métodos de evaluación antes de establecer la patología de cualquier individuo.

1.2.4 SIGNOS FÍSICOS DE LA DESNUTRICIÓN^(14,28,,29)

Los signos físicos son especialmente importantes para valorar la desnutrición calórico-proteínica crónica. Estos comprenden pérdida muscular y pérdida de grasa subcutánea, además de aparición de otras señales corporales que ponen de sobremanera la atención de los especialistas. En el siguiente cuadro se resumen las principales manifestaciones físicas al ocurrir deficiencia de nutrientes:

ASPECTOS DE INTERES	POSIBLE DEFICIENCIA
Cabello	
Sin brillo, seco, fácilmente desprendible	Proteínas
Caída de cabello	Proteínas, Zinc, Biotina
Signo de bandera (pérdida de pigmento capilar)	Proteínas, Cu
Cabeza y cuello	
Epistaxis (hemorragia nasal)	Vitamina k
Aumento en el tamaño de la Tiroides	Yodo
Ojos	
Xerosis conjuntival y corneal	Vitamina A
Conjuntiva pálida, Esclerótica azul	Folatos, Fe, vitamina B ₁₂ , Cobre
Vascularización corneal	Vitamina B ₂
Boca	
Queilosis o estomatitis angular	Vitamina B ₂
Glositis (lengua roja e irritada)	Niacina, Folatos, Vitamina B ₁₂
Gingivitis	Vitamina C
Hipogeusia, disgeusia (disminución del sabor)	Zinc
Caries dentaria	Flúor
Atrofia papilar lingual	Fe, vitamina B ₁₂ , Niacina
Piel	
Dermatitis generalizada	Ácidos grasos esenciales, Biotina, Zinc
Seca, escamosa	Vitamina A, Ácidos Grasos Esenciales
Hiperqueratosis folicular	Vitaminas A y C
Lesiones eczematosas	Zinc
Petequias, equimosis	Vitamina C y K
Seborrea nasolabial	Niacina, Vitamina B ₂ y B ₆
Oscurecimiento y peladuras cutáneas	Niacina
Mala cicatrización de heridas	Proteínas, Zinc, Vitamina C
Uñas	
Coiloniquias (uñas de cristal)	Fe
Quebradizas, Frágiles	Proteínas
S. Músculo-Esquelético	
Edema	Proteínas, Vitamina E, Tiamina
Arrosarcimiento costochondral	Vitamina D, Vitamina C,
Ensanchamiento de epífisis	Vitamina D y Selenio
Sensibilidad articular	Vitamina C, Vitamina D, Calcio, Fósforo
Piernas arqueadas, Fragilidad ósea	Vitamina D, Calcio, P, Cu
Abdomen	
Hepatomegalia	Proteínas, ácidos grasos esenciales, zinc
Ascitis	Proteínas

Neurológicos	
Parestesias	Vitaminas B ₁ , B ₆ , B ₁₂ , Biotina
Oftalmoplejia	Vitamina E y tiamina
Ataxia	Vitamina E, tiamina
Temblor	Magnesio
Somnolencia, letargia	Vitamina B ₁
Depresión	Vitamina B ₁ , Biotina
Hiporreflexia	Vitamina B ₁₂ , Vitamina E, Tiamina

TABLA 1.2 SIGNOS FISICOS DE LA DESNUTRICION. REF 28

Cabe señalar que la aparición de uno o más signos de los anteriormente mencionados la determinan varios factores: Alimentaciones pobres, miserables o faltas de higiene, o alimentaciones absurdas y disparatadas y faltas de técnica en la alimentación del paciente. Otra de las causas que producen la desnutrición lo encontramos causado por las infecciones enterales o parenterales, en los defectos congénitos de los niños, en el nacimiento prematuro y en los débiles congénitos; por último, hay un sector que tiene como origen la estancia larga en hospitales o en instituciones cerradas, es decir, el hospitalismo.

1.2.5 PATOLOGIAS ASOCIADAS A LA DESNUTRICIÓN

En países en desarrollo, donde una gran proporción de la población subsiste en condiciones precarias, los principales problemas nutricionales son debidos a dietas insuficientes para satisfacer las necesidades alimentarias, y las enfermedades que se presentan con mas frecuencia son debidas a deficiencia calórico-proteínica, o por ingesta muy reducidas de minerales o vitaminas ⁽¹⁴⁾.

La desnutrición energético-proteínica (DEP) es una enfermedad de grandes proporciones en el mundo, provoca la muerte de más de la mitad de los casi 12 millones de niños menores de cinco años que la padecen (2001) ⁽²⁶⁾. En México la situación no es diferente, la prevalencia de la DEP es alta, como lo demostró la Encuesta Nacional de Nutrición de 1988, en donde 41.9 por ciento de los menores de cinco años presento desnutrición ⁽³¹⁾.

El espectro clínico de la DEP comprende desde deficiencias de energía y proteínas hasta deficiencias específicas de una o más vitaminas y / o nutrimentos inorgánicos. Hay dos formas extremas de desnutrición energético-proteínica: Marasmo y Kwashiorkor ⁽³⁶⁾.

A) MARASMO

La característica clave es la emaciación extrema (adelgazamiento de tejido muscular y subcutáneo), además se acompaña de hipotonía, extremidades flácidas y “bolsas” en los glúteos ⁽²⁹⁾.

El marasmo predomina entre los lactantes de entre seis y 18 meses de edad, y es el resultado de una ingestión deficiente y crónica de energía, proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos.

El nombre deriva del griego, que significa consumirse. No solo se han agotado las reservas de grasa del organismo, sino que hay también pérdida muscular. Si el proceso continúa, se pierde proteína del corazón, hígado y riñones aunque, hasta donde es posible, se protegen las proteínas tisulares esenciales ⁽²⁶⁾.

Como se ha perdido totalmente la grasa subcutánea se presenta notable atrofia muscular de todo el sistema muscular, como consecuencia, la piel es atrófica y seca, se presenta arrugada; las protuberancias óseas son muy evidentes ⁽¹⁴⁾. Existe una disminución de la hormona del crecimiento, la filtración glomerular está disminuida en ausencia de deshidratación. Las pérdidas urinarias de potasio están aumentadas y hasta un 50 por ciento del potasio intracelular puede ser reemplazado por el sodio, lo que empeora la falta de energía para la actividad de la bomba de sodio / potasio ATPasa.

También esta disminuida la capacidad de acidificar la orina. La función suprarrenal esta alterada, lo que contribuye a las pérdidas de sodio por la orina. La glicólisis y la gluconeogénesis están alteradas produciéndose hipoglucemia que puede ser causa de muerte súbita ⁽³⁰⁾.

Un efecto más grave es el deterioro de la regeneración de la mucosa intestinal, en este estado de desnutrición las vellosidades de la mucosa intestinal son mucho más cortas que las normales, y en casos más graves la mucosa intestinal es casi lisa.

Esto origina una considerable reducción del área de absorción. Como resultado aparece diarrea que es normalmente característica de la desnutrición. De esta forma la persona no solo presenta deficiencias en la ingesta, sino que también presenta alterada la absorción de lo que esta disponible, agravando aun más el problema.

B) KWASHIORKOR

Que significa enfermedad del niño apartado del seno. Es consecuencia también de una deficiencia de energía y micronutrientes, a la cual se suma una ingestión inadecuada de proteínas.

Se presenta con mayor frecuencia en la etapa posterior al destete, en lactantes mayores o preescolares ⁽³⁴⁾.

La característica clínica es el edema, que comienza en los miembros inferiores y cuando llega a afectar la cara del niño le da aspecto de “luna llena”, aquí el agua corporal total está aumentada con relación al peso corporal, además de lesiones en la piel, cambios de textura y coloración en el pelo, apatía, anorexia, hepatomegalia por infiltración de grasa (falta de síntesis de lipoproteínas) y albúmina sérica disminuida.

Esta enfermedad presenta una gama de características clínicas, de las cuales cada una representa a un conjunto particular de influencias ambientales nocivas y en general, se acepta que es de carácter multifactorial, donde se suman diferentes agentes operantes como: carencia de nutrientes específicos, acción de toxinas, procesos infecciosos, presencia de radicales libres, acción del exceso de ferritina libre como factor andiurético y los cistenil-leucotrienos.

La fisiopatología del edema es compleja y no del todo conocida. Sin embargo, se ha postulado la interacción de los siguientes mecanismos: disminución de la albúmina sérica, reducción del potasio total del organismo, aumento de la permeabilidad capilar, elevación de las concentraciones de cortisol y de la hormona antidiurética, hipoinsulinismo, formación de radicales libres debida a la disminución de antioxidantes como las vitaminas A, C, E, y el zinc, así como por la presencia de hierro libre y de los mediadores de la respuesta inflamatoria (14,29).

Respecto al hierro, en estos pacientes los niveles séricos están disminuidos, pero paradójicamente por alteraciones hepáticas hay incremento importante en el hierro de depósito, especialmente la ferritina, cuyos niveles se encuentran bastante incrementados y están relacionados con una mayor mortalidad, se cree que está puede actuar como hormona antidiurética y favorecer los edemas y la hiponatremia dilucional.

La función renal de estos pacientes esta disminuida tanto en su capacidad para concentrar como para diluir la orina. La mucosa gástrica está atrofiada, la producción de ácido clorhídrico y la respuesta a la pentagastrina están disminuidas favoreciendo la contaminación bacteriana alta, lo cual lleva a una alteración del metabolismo de las sales biliares, producción de toxinas y otros metabolitos que favorecen una mala absorción (14).

C) KWASHIORKOR-MARASMATICO

Esta enfermedad es el resultado de la combinación de las dos variedades clínicas anteriores, es decir, cuando un niño presenta desnutrición energético-proteinica en su forma crónica, el marasmo, y se agrega una deficiencia aguda de proteínas, por lo que al cuadro de marasmo se agrega el de Kwashiorkor.

Clínicamente, el niño tiene 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. (34,36)

D) BOCIO

Esta enfermedad se caracteriza por un aumento de tamaño (hipertrofia) de la glándula tiroides, demostrada en el examen físico del paciente, ya sea por inspección o por palpación. Cuando existe una deficiencia de yodo, la tiroides se hipertrofia con objeto de compensar esta deficiencia específica y seguir produciendo las hormonas que el organismo necesita (tiroxina y yodotiroxina).

La deficiencia de yodo ocurre principalmente por factores dietéticos. La ingestión de calcio en exceso, o de aguas duras (contienen considerable cantidad de calcio), así como una deficiencia de vitamina A, son también factores que se han considerado coadyuvantes en la etiología del bocio. ⁽³⁴⁾

E) RAQUITISMO

La causa del raquitismo es una deficiencia de vitamina D, que se produce cuando hay ingestión baja de este nutrimento y falta de exposición a la energía ultravioleta (componente de la luz solar) que produce vitamina D en el cuerpo, activando la provitamina 7-dehidrocolesterol. Esta activación se hace a nivel de la piel. El raquitismo es raro que se desarrolle antes de los seis meses de edad, salvo cuando el niño es prematuro y su dieta es deficiente en vitamina D y especialmente en minerales, se observa con mayor frecuencia entre los seis y 18 meses, declinando su frecuencia ulteriormente. Las manifestaciones derivan principalmente en la falta de crecimiento y la aparición de deformidades en el esqueleto ^(32,57).

F) OSTEOPOROSIS

La etiología de esta enfermedad es parcialmente desconocida, pero parece ser bastante compleja y con participación de factores endocrinos y nutricionales. Algunas de estas causas son: Deficiencia de hormonas estrogénicas (considerando la frecuencia de osteoporosis en la mujer), Factores mecánicos (inmovilización prolongada, como en los enyesados), Síntesis proteínica deficiente (la matriz del hueso es de naturaleza proteica), Deficiencia dietética de calcio (factor productor más importante de osteoporosis).

Los síntomas más comunes observados son la disminución de la talla, dolor en la espalda, asociado a espasmos de los músculos paraventrales, fracturas óseas ⁽⁵¹⁾.

G) ANEMIA

En términos generales, se define a la anemia como la reducción del número de glóbulos rojos circulantes, o la disminución en la concentración de hemoglobina (proteína conjugada que contiene hierro).

Existen numerosos tipos de anemia: por pérdida de sangre, hemolíticas, por formación defectuosa, aplásicas, y por deficiencias alimentarias. Cada uno de estos tipos de anemia impacta sobre la salud de cualquier individuo, sin embargo para nuestros fines, solo hablaremos sobre las condicionadas por la dieta ⁽³²⁾.

La anemia por deficiencia de Hierro, se da precisamente como su nombre lo indica; por una dieta carente o insuficiente de Hierro o bien por una absorción defectuosa. En la infancia y la niñez los requerimientos de hierro están aumentados, como la leche es fuente pobre de hierro, el lactante es muy vulnerable a este tipo de anemia si su dieta no es suplida a los pocos meses de nacido. Las mujeres son también susceptibles debido a sus pérdidas menstruales y al hecho de que la madre pierde hierro durante el embarazo y el parto ⁽¹⁹⁾.

La anemia por deficiencia de vitamina B₁₂ o anemia perniciosa es ocasionada por un defecto en la absorción de esta vitamina, debido básicamente a falta del factor intrínseco, aunque a ciencia cierta no se sabe que ocasiona este defecto en absorción, recientemente se ha encontrado que pacientes con este tipo de anemia presentan anticuerpos, y por lo tanto están sensibilizados contra el factor intrínseco.

También parece ser por un factor hereditario, en teoría, la deficiencia de vitamina B₁₂, podría ser debida a una dieta deficiente en esta vitamina. Esta causa sin embargo, es muy rara, prácticamente desconocida.

La anemia por deficiencia de ácido fólico. Esta deficiencia puede ocurrir por dos mecanismos: 1) Como deficiencia dietética primaria, como ocurre cuando existe mayor demanda dietética como en el embarazo y la infancia. 2) Como consecuencia de síndrome de mala absorción intestinal.

Los síntomas observados en cualquier tipo de anemia son en general: debilidad, fatigabilidad, palpitaciones, dolor de cabeza y sensación de cansancio, pérdida de la memoria, otro signo es la palidez, que se observa mejor en las mucosas, en condiciones crónicas las uñas se deforman adquiriendo aspecto de cuchara, la lengua pierde sus papilas y el individuo sufre ardor y dificultad para tragar ⁽⁵⁶⁾.

H) BERIBERI

El Beriberi es una enfermedad que se produce debido a una ingestión insuficiente de vitamina B₁ (tiamina), caracterizada por neuritis periféricas o insuficiencia cardíaca acompañada de edemas, esta enfermedad ocurre en poblaciones en donde la dieta es muy pobre en tiamina, puede ocurrir en cualquier edad, sin embargo es más frecuente durante el primer año de vida, en niños amamantados por madres con dietas deficientes en tiamina (beriberi infantil), o bien en adultos (beriberi del adulto). Las manifestaciones clínicas se presentan diferentes en niños y en adultos mientras que para los primeros puede ser fulminante, con crisis de vómitos, cianosis y convulsiones que conducen a la muerte en pocas horas por insuficiencia cardíaca aguda; en el adulto puede conducir a una parálisis, causada por una neuritis de curso crónico, o bien puede ocurrir edema progresivo acompañado de insuficiencia cardíaca, y también puede ser fulminante ⁽³⁴⁾.

I) ARRIBOFLAVINOSIS

La arriboflavinosis es una enfermedad carencial producida por falta de riboflavina (vitamina B₂), esta enfermedad se presenta cuando bajo consumo de leche, carnes, pescado, y en general alimentos que contengan proteínas de buena calidad.

Esta enfermedad se caracteriza por: Lesiones oculares (hay congestión de la conjuntiva que puede confundirse con conjuntivitis), Lesiones en la piel (dermatitis seborreica a nivel del surco nasolabial y nasomalar), Lesiones de mucosa labial (se produce queilosis; es decir edema, enrojecimiento, descamación, y presencia de grietas y peladuras en la mucosa de los labios), Lengua (glositis) ⁽¹⁴⁾.

J) PELAGRA

La pelagra (piel áspera) es una enfermedad debida a una ingesta insuficiente de niacina (ácido nicotínico) y triptófano, caracterizada por dermatosis (piel roja e hinchada) en las áreas expuestas al sol, trastornos digestivos (diarrea) y nerviosos (demencia).

Esta enfermedad ocurre en poblaciones en los que la dieta es monótona, deficiente y baja en proteínas de buena calidad, se encuentra en aquellas poblaciones en los que el maíz es el alimento básico de su alimentación, esto se explica por el hecho de que la proteína del maíz (zeína) es muy pobre en Triptófano ⁽³⁴⁾.

K) ESCORBUTO

Esta enfermedad es producida por una dieta deficiente en vitamina C, o ácido ascórbico, los alimentos ricos en esta vitamina son principalmente las frutas y las hojas verdes.

La patología de esta enfermedad es principalmente hemorragias; perifoliculares, petequias, equimosis, las encías sangran a nivel de las papilas interdientarias, en casos muy intensos pueden ocurrir hemorragias en cualquier tejido o mucosa del cuerpo. Todos estos síntomas son debidos a la rotura de vasos sanguíneos por falta de sustancia fundamental o cemento de unión. Falta de colágeno ⁽⁵⁷⁾.

Todas estas enfermedades son causas importantes de morbilidad y mortalidad no sólo, en países en curso de desarrollo sino también en países industrializados en condiciones de escasez. (Ver anexo II cuadro comparativo de las principales patologías)

2. COMPOSICIÓN CORPORAL NORMAL

La evaluación del estado de salud implica una adecuada apreciación del estado nutricional y este a su vez requiere de una estimación y conocimiento de la composición corporal.

Para la evaluación nutricional, el organismo puede considerarse compuesto por la masa celular corporal o parte viva del organismo que reúne todas las células de éste, rodeada de un medio interior líquido, el líquido intersticial, soportada por una estructura de sostén, el esqueleto, el tejido cartilaginoso y el tejido conectivo y con un depósito de reservas energéticas en forma de grasas, el tejido adiposo.⁽⁴¹⁾

Todos los seres vivos están constituidos por pequeñas unidades de construcción, las células, que se unen y se relacionan entre sí por diferentes sustancias llamadas intercelulares. Se ha calculado que el ser humano alberga unos cien cuatrillones de células. Las formas y dimensiones de estos elementos básicos son sumamente variables.

Las células se agrupan para organizar diferentes comunidades funcionales o tejidos. En el cuerpo existen tres tejidos básicos: el epitelial, el muscular, y el conjuntivo o conectivo. El 40 % del cuerpo humano está formado por músculos. En el aparato locomotor hemos de considerar una parte pasiva (tejido conjuntivo en general, hueso, cartílago y tendones) y otra activa: el tejido muscular. Su característica fundamental reside en la capacidad de contracción, permitiendo este proceso de acortamiento la liberación de una fuerza útil.

El tejido adiposo; debe distinguirse entre la grasa de depósito y la plástica o constructiva. La primera es almacenada por el tejido adiposo y no juega ningún papel mecánico. En cualquier momento, como ocurre en las épocas de hambre, puede fundirse y ponerse a disposición del metabolismo general del organismo como elemento básico nutritivo. Este tejido adiposo no solo es almacén de sustancias de alto valor energético, sino que actúa también como reservorio de agua. Por el contrario, la grasa plástica tiene una función puramente mecánica, por lo que normalmente no participa en el quehacer metabólico. Se localiza, por ejemplo en las articulaciones, en las orbitas de los ojos o en las mejillas.

Cuando después de largos periodos de privación se hunden los ojos o menguan las mejillas es un signo evidente de máxima penuria, pues el organismo solo en estas condiciones extremas usa esta grasa como alimento ⁽⁵⁸⁾.

Un hombre de unos 70 kilos de peso esta compuesto, aproximadamente de un 64 % de agua, 20 % de proteínas, 10 % de grasas, 5% de sales minerales y 1% de carbohidratos.

El contenido total de agua en el organismo constituye de 50 a 60 % del peso del cuerpo en varones adultos y de 45 a 50 % en mujeres adultas. El contenido inferior en estas últimas se debe principalmente al incremento del porcentaje de tejido adiposo que tiene menos agua. El agua total del organismo se divide en dos compartimentos principales: Líquido intracelular y Líquido extracelular. El líquido del compartimiento extracelular se divide además en intersticial e intravascular. El líquido intracelular, que se encuentra en el interior de las células, constituye cerca del 66 % del total de agua del cuerpo y el líquido extracelular constituye el restante 33%. El líquido intersticial se encuentra en torno a las células y esta separado del líquido intracelular por la membrana celular, mientras que la pared capilar separa el líquido intersticial del compartimiento intravascular ⁽⁴⁴⁾.

Como guías para una composición corporal deseable se emplean los estándares de peso corporal corregidos para la estatura y el índice de masa corporal, que es igual al peso (en Kg.) dividido por el cuadrado de la estatura (en metros)

2.1 DETERMINANTES BIOQUÍMICOS ⁽⁴⁰⁾

Los marcadores bioquímicos son herramientas de valoración importantes ya que con frecuencia permiten diagnosticar con alta confiabilidad el estado físico de cualquier individuo. Los marcadores bioquímicos a menudo indican anomalías antes de que se detecten signos clínicos, por lo que son de uso invaluable para la prevención y / o tratamiento de las enfermedades.

2.1.1 PROTEÍNAS

Las proteínas son polímeros complejos de aminoácidos que producen todas las células vivas, cada forma de vida se define en gran parte por las proteínas que produce. Un gramo de proteína aporta 4 Kcal. de energía. Las deficiencias proteicas casi nunca se observan como casos aislados, sino que se acompañan de otras deficiencias de nutrientes. Existe gran variedad de proteínas con diversas funciones, formas, tamaños, y estructuras, por lo que la determinación de estas resulta ser importante para la evaluación nutricional.

2.1.2 LÍPIDOS

Por su naturaleza y funcionamiento, los lípidos son indispensables como combustibles metabólicos, material para la construcción de membranas celulares y productos bioquímicos críticos para uso en diversas vías. Como fuente de energía, los lípidos proporcionan más del doble de energía con respecto a la que se obtiene de la oxidación de una cantidad equivalente de proteínas o carbohidratos y al mismo tiempo suelen ser más compactos ya que se excluye el agua de hidratación de la forma de almacenamiento. Las mezclas de lípidos se asocian con proteínas y forman diversas lipoproteínas. Por último grandes masas de lípidos se unen en células especializadas para dar lugar al tejido adiposo, como ya vimos sirve como aislante de las variaciones del medio externo y sirve como cojín visceral y subcutáneo para protección de los órganos internos.

2.1.3 CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son uno de los principales componentes de la dieta de los seres humanos, los cuales constituyen una fuente importante de energía para el organismo, cada gramo aporta 4 Kcal. de energía. Los principales en la dieta son los azúcares y carbohidratos complejos.

Los azúcares incluyen glucosa, fructosa, sacarosa (azúcar de mesa) y lactosa. Los carbohidratos complejos incluyen almidones y fibras. Los carbohidratos que se emplean para terapéutica nutricional con frecuencia contienen dextrosa como parte de una fórmula nutricional especial. Un adulto saludable debe recibir de 50-60 % del consumo calórico total en forma de carbohidratos.

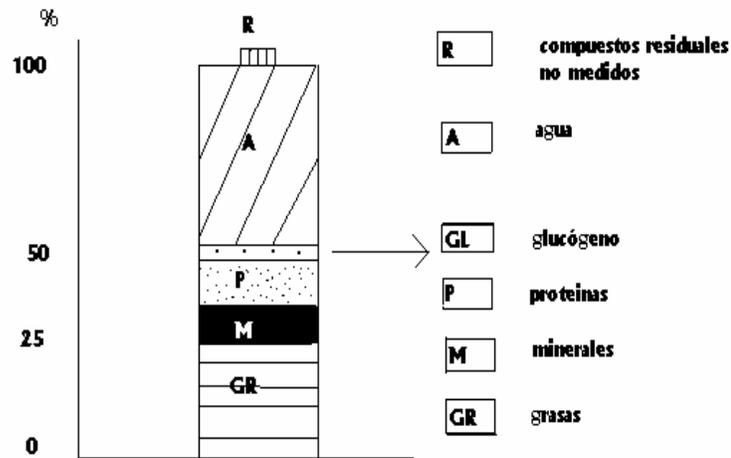


FIG 2.1. COMPOSICIÓN CORPORAL:
MODELO QUÍMICO REF. 26

2.1.4 ELEMENTOS TRAZA

Los minerales son elementos inorgánicos que constituyen una porción muy pequeña del peso del organismo (solo cerca 4%), pero son esenciales para diversos procesos vitales. Estos elementos inorgánicos con frecuencia forman complejos fuertes con proteínas para dar lugar a unidades funcionales, como hemoglobina, tiroxina, y metaloenzimas.

Dicho todo lo anterior en otras palabras, el cuerpo puede clasificarse en cinco niveles de complejidad creciente: Atómico (p. ej., Nitrógeno, potasio); Molecular (p. ej., Agua, proteínas); Celular (p. ej., Masa celular corporal, líquido intra y extracelular); Tejido (p. ej., Muscular, adiposo) y el Cuerpo Total (p. ej., peso, talla).

3. VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

El estado nutricional denota el grado con que se satisfacen las necesidades fisiológicas de nutrimentos, el equilibrio (o balance) entre el ingreso y las necesidades de ellos es influido por muchos factores como ya hemos visto.

Las técnicas adecuadas de evaluación detectan deficiencias nutricionales, ya sea en sus etapas iniciales o bien en el estado crítico, en ambos casos la importancia radica en el pronto apoyo nutricional, para evitar así el empeoramiento.

La valoración nutricional propiamente dicha averigua el estado nutricional por análisis de los antecedentes clínicos, dietéticos y sociales, datos antropométricos y bioquímicos. Las conclusiones se utilizan para diseñar planes de atención nutricional en el medio ambulatorio, intrahospitalario o en el hogar.

En circunstancias ideales toda persona debe someterse a evaluaciones de su estado nutricional, durante su ciclo vital y durante enfermedades. Se aplican métodos diferentes a la población sana y a los individuos que tienen alguna enfermedad crítica. Como ya se ha mencionado el estado nutricional de cualquier individuo 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 es importante definir el objetivo de la evaluación, algunos de los criterios fundamentales para la selección de los indicadores necesarios para evaluar el estado nutricional son: la perspectiva del análisis (epidemiológica, clínica o básica), las condiciones ambientales (altitud sobre el nivel del mar, clima, condiciones sanitarias, contaminantes ambientales, etc.), las características del individuo (edad, sexo, estado fisiológico, actividad física, herencia, antecedentes, hábitos, cultura, religión, etc.) y por último las características de los alimentos (disponibilidad, costo, accesibilidad, contenido de nutrimentos, tóxicos y contaminantes, etc.).⁽⁴¹⁾

MÉTODO	OBJETIVO	ALCANCE	EJEMPLO
Encuesta Dietética	Conocer las características de la dieta	Permite identificar alteraciones de la dieta antes de la aparición de signos clínicos de déficit o exceso	Encuesta de recordatorio de 24 hrs.
Evaluación Clínica	Identificar la presencia y gravedad de los signos asociados con las alteraciones del estado nutricional.	Permite identificar alteraciones pasadas y presentes del estado nutricional, así como riesgos asociados a éste	Signos clínicos asociados con alteraciones del estado nutricional: signo de bandera, descamación de la piel, etc.
Métodos antropométricos	Estimar proporciones corporales asociadas al estado nutricional.	Solo permite identificar manifestaciones anatómicas de alteraciones nutricias	Medición del peso, estatura, diversas dimensiones corporales
Métodos bioquímicos	Estimar las concentraciones disponibles de diversos nutrientes o metabolitos asociados	Permite identificar alteraciones presentes y subclínicas, así como riesgos posteriores. En algunos casos permite la evaluación funcional del estado nutricional.	Medición de nutrientes: vitamina C o metabolitos en suero, medición de ácido xanturénico para detectar la deficiencia de vitamina B ₆
Métodos biofísicos	Valorar diversos aspectos anatómicos y funcionales asociados al estado nutricional.	Permite identificar alteraciones presentes y riesgos posteriores	Impedancia bioeléctrica. Estimación de la densidad corporal

Tabla 3.1. Métodos de evaluación del estado nutricional. Ref. 29

3.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL

Los objetivos de la evaluación nutricional propiamente dicha son:

1. Identificar a personas que necesitan apoyo nutricional intensivo para restaurar o conservar su estado nutricional.
2. Identificar nutrioterapias médicas apropiadas
3. Vigilar su eficacia.

Cabe señalar que para realizar una correcta evaluación del estado nutricional, por sencillo que parezca el método, se requiere que el personal encargado de esta labor, este debidamente capacitado, pues es indispensable contar con criterios de control de calidad para cada valoración. Es responsabilidad de todo el equipo de salud conocer en detalle toda la metodología, pues de ellos dependerá el éxito de tal evaluación y obviamente de sus fines.

3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL

La evaluación del estado nutricional se puede realizar a partir de diversos métodos, en la actualidad no existe ningún método (como único medio) para valorar en forma adecuada el estado nutricional, pues cada uno tiene alcances y limitaciones específicos. Los métodos que se emplean con este fin son variados y tendrá que hacerse uso de por los menos mas de uno para estimar el estado nutricional, existen métodos tan simples como el interrogatorio, y tan complejos como la absorciometría dual de energía de rayos X. Una clasificación general de los métodos de evaluación del estado nutricional se muestra en la tabla. 3.1

3.2.1 ANAMNESIS ⁽³³⁾

La información obtenida de personas o poblaciones se utiliza como parte de la evaluación del estado nutricional, pues su estado físico actual depende en gran medida de todos sus antecedentes, ya sean de tipo médico (historia clínica), sociales (y psicosociales), dietéticos y de la ingesta. A menudo los datos aportan pistas sobre el tipo de problemas nutricionales.

Los datos de mayor importancia para evaluar el estado nutricional referentes a la historia clínica son:

- *Datos identificación
- *Antecedentes patológicos personales y familiares
- *Capacidad de masticación, salivación y deglución
- *Tratamientos farmacológicos
- *Variaciones de peso (perdidas de peso de un 10% en un periodo de 6 meses)
- *Problemas gastrointestinales (cirugías, problemas de absorción, diarrea, etc.)
- *Drogodependencias
- *Enfermedades crónicas (neoplasias, cirugías recientes, etc.)

La historia nutricional incorpora información de tipo social y clínica, además de los antecedentes nutricionales.

<p>I. Datos socioeconómicos</p> <ul style="list-style-type: none">A. <i>Ingresos</i>B. <i>Antecedentes étnicos y culturales</i><ul style="list-style-type: none">Influencia cultura y religión en alimentaciónNivel de educación <p>II. Preparación de los alimentos</p> <ul style="list-style-type: none">A. <i>Problemas de adquisición o preparación</i>B. <i>Uso de alimentos adecuados</i> <p>III. Actividad física</p> <ul style="list-style-type: none">A. <i>Ocupación</i>B. <i>Ejercicio</i>C. <i>Impedimentos o minusvalías</i> <p>IV. Apetito y percepción sabores y aromas</p> <p>V. Alergias, intolerancias, rechazo de algún alimentos, dietas especiales</p> <ul style="list-style-type: none">A. <i>Alimentos evitados, razones</i>B. <i>Tipo dietas especiales</i> <p>VI. Salud bucal/deglución</p> <p>VII. Problemas gastrointestinales</p> <ul style="list-style-type: none">A. <i>Acidez, eructos, flatos, diarrea, vómitos, estreñimiento</i>B. <i>Remedios utilizados: laxantes, antiácidos</i> <p>VIII. Enfermedades somáticas o psíquicas</p> <p>IX. Medicaciones</p> <p>X. Variaciones en el peso</p> <p>XI. Ingesta alimentos habitual (recuerdo 24 h., Frecuencia consumo)</p>

Tabla. 3.2 anamnesis dietética. REF. 33

Por otro lado los factores socioeconómicos por si solos, son un factor que impacta directamente en el estado nutricional de cualquier individuo. Los bajos ingresos monetarios propician a la incapacidad de adquirir alimentos en cantidad y calidad suficientes, sin embargo factores como la dependencia, las deficiencias físicas y / o mentales, edad avanzada, toxicomanías, vivir o comer solos, son también factores importantes de riesgo.

3.2.1.1 ENCUESTA DIETÉTICA

La evaluación dietética es un procedimiento de utilidad si se considera con seriedad, no se simplifica en extremo y se conocen sus limitaciones. Su práctica requiere un adecuado programa de capacitación y la utilización de un lenguaje común; es decir la utilización de unidades de medida que se van a utilizar (taza, raciones, cucharas, gramos, etc.), es importante definir también la temporalidad de la encuesta (prospectiva, transversal o retrospectiva), los periodos de estudio a considerar (24 horas, una semana, un mes), el registro de la información y selección de tablas de referencia para calcular el contenido de nutrimentos de los alimentos considerados en la encuesta.

La evaluación dietética como tal no permite hacer un diagnóstico del estado nutricional, sin embargo sí permite tener una orientación sobre el riesgo de presentar alteraciones en su estado fisiológico, y en algunos casos se puede predecir que alteraciones llegaran si no se corrigen las deficiencias.

Como método de estimación tiene muchas limitantes, una de ellas es la falta de precisión al medir la ingestión energética o estimar los requerimientos energéticos, las encuestas dietéticas tienen graves problemas metodológicos y de interpretación. Hay poca confiabilidad con respecto a la exactitud en las encuestas de recordatorio, que son las más comunes. Por otro lado, generalmente se ignoran las estimaciones de composición corporal y la actividad física.

A pesar de todas estas limitaciones, se espera que una encuesta dietética sea representativa de la dieta típica de un individuo y que los datos recolectados sean confiables, reproducibles y susceptibles de validación. Para lograr este fin es necesario contar con un control de calidad, que incluya aspectos relativos al entrevistador, al entrevistado, a los procedimientos, al medio ambiente y a los costos.

3.2.1.2. RECOPIACIÓN DE CONSUMO DURANTE 24 HORAS

Es una encuesta en la que se hace que la persona recuerde y señale los alimentos específicos consumidos en las últimas 24 Hrs.(Tabla 3.2) y tal dato será usado por el profesional que evalúa la información. Se requiere de una descripción detallada de todos los alimentos y bebidas consumidas durante este periodo de tiempo, lo que resulta un problema, debido a las imprecisiones en el recordatorio de tipos y cantidades de alimentos, así como de su preparación, pues si el entrevistado es quien prepara los alimentos, sabrá las cantidades (por ej. en la preparación de arroz la cantidad de aceite) utilizadas, si no es así, habitualmente solo podrá informar si comió o no arroz, pero no aportara información sobre la técnica de preparación. Otro problema es el señalamiento en la ingesta de consumo de “alimentos chatarra”, generalmente el informante oculta las cantidades reales, o bien aun cuando ingiere de manera cotidiana estos “alimentos” el día del interrogatorio modifica sus hábitos.

Alimentos y bebidas consumidos							
Número de raciones de cada grupo de alimentos							
Hora	Nombre y tipo	cantidad	Grupo de la leche	Grupo de las carnes	Frutas y verduras	Panes y cereales	Grasas, dulces y bebidas alcohólicas
Totales							

Tabla. 3.3 Forma para recopilación del consumo de alimentos en 24 horas y evaluación de grupos de alimentos. Ref. 4

Sin embargo también hay ventajas, una de ellas es la utilización de poco tiempo, además de que es aceptada con facilidad. No es costosa. Puede aplicarse a cualquier individuo de cualquier nivel socioeconómico incluyendo a analfabetas, puesto que se lleva a cabo a través de un interrogatorio.

3.2.1.3 REGISTRO DIRECTO DE CONSUMO

Se refiere al registro por parte del individuo de la ingestión de alimentos en el momento en que son consumidos. Los registros pueden tener entre uno y siete días de duración (el más frecuente es el de tres días).

Deben registrarse todos los alimentos y bebidas consumidos, expresando en unidades estándar la magnitud de la ración que se consume. Entre las ventajas de este método es que se tiene mayor precisión que el recordatorio de 24 horas, pues el registro se hace inmediatamente, sin embargo las personas analfabetas, las personas con alguna discapacidad mental y los niños pequeños no pueden llevar a cabo este registro, lo que resulta como desventaja.

3.2.1.4 REGISTRO DE PESOS Y MEDIDAS DE LOS ALIMENTOS

Se basa en el registro directo del peso o volúmen de los alimentos ingeridos a lo largo de diversos periodos (de uno a siete días). Es necesario pesar y medir todos los alimentos que el individuo se sirve y después pesar los sobrantes, para obtener por diferencia el total de alimentos ingeridos. Generalmente este registro lo realiza a domicilio personal capacitado, lo que resulta incomodo y poco práctico, además puede haber variaciones en los hábitos alimenticios con la intención de “impresionar” al encuestador. Se necesita mucha cooperación de los involucrados. Por otro lado es uno de los métodos más precisos para evaluar el consumo de alimentos si se realiza con especial cuidado.

3.2.2 PESO CORPORAL⁽⁵⁾

El peso corporal es el índice del estado nutricional más ampliamente usado y es un indicador valioso de desnutrición. En soporte nutricional especial la medición del peso se usa, no solo para estimar inicialmente el estado nutricional sino que, tomado diariamente durante el curso de la terapia nutricional, es fundamental el manejo de los líquidos y permite seguir el curso de la repleción nutricional.(Para obtener el peso se debe emplear siempre una balanza de precisión (Fig.1), al menos que discrimine 200 g y si el paciente no se puede levantar de la cama, una balanza que posea un sistema para hacerlo en esa posición.



FIG. 3.1 BALANZA DE PRECISIÓN.

Se pesa al paciente desvestido y después de evacuar la vejiga. Si no se dispone de una balanza para pesar al paciente acostado, se puede hacer uso de la fórmula desarrollada por Behnke, que permite estimar el peso corporal a partir de la medición de la talla y de 12 perímetros corporales. El error de estimación es de unos 700 g para mujeres y 600 g para hombres que equivale a 1.2 % y 0.8 %, respectivamente, de error con relación al peso real.

Para determinar el peso a través del método de Behnke se mide la talla en decímetros y los siguientes doce perímetros en centímetros:

- Hombros: aproximadamente 7 a 8 cm. bajo la línea del acromion. Su medición se hace con el sujeto relajado y a media espiración.
- Tórax: en la línea de los pezones, a media espiración.
- Abdomen normal: a nivel umbilical estando relajado y a media espiración.
- Abdomen máximo: al mismo nivel anterior en máxima inspiración y distensión del abdomen.
- Caderas: a nivel de las prominencias máximas de los glúteos.
- Muslo: inmediatamente bajo la línea del reborde de las nalgas.
- Rodilla: a nivel bicondíleo
- Pierna: en la prominencia máxima de la pantorrilla
- Tobillos: a nivel bimalleolar

- Brazo: en el punto medio entre el acromion y el olécranon, con el brazo colgando relajadamente.
- Antebrazo: en la prominencia máxima del antebrazo.
- Muñeca: a nivel de la articulación radiocubital.

$$\text{Peso (Kg)} = \frac{[\text{suma de los perímetros (cm)}]^2 \times \text{talla (dm)}}{339}$$

FIG. 3.2 ECUACIÓN DE BEHNKE

3.2.3 TALLA⁽⁵⁾

La talla de manera aislada no es un indicador como tal del estado nutricional, pero al relacionarla con el peso se puede hallar evidencia de desnutrición. En los niños, la relación entre el peso y la talla varía con la edad y se debe tener cuidado de no extrapolar los intervalos del índice de masa corporal de adultos a los niños.

La talla está íntimamente ligada a los factores genéticos, y por supuesto de raza, por lo que las variaciones entre una y otra raza, son extremadamente considerables, de aquí la importancia de utilizar las tablas como patrón de referencia adecuadas. (Las más utilizadas internacionalmente son: para los adultos, las publicadas por la compañía de seguros Metropolitan Life, realizadas en Estados Unidos, y para los niños, las generadas por el Centro Nacional de Encuestas de Salud de Estados Unidos <NCHS>)

La talla parece ser una evaluación sencilla, sin embargo es necesario tomar sus debidas precauciones, debe medirse con un aparato (Fig.3.3) cuya calibración sea inspeccionada periódicamente. El sujeto debe estar de pie y totalmente erguido, sin zapatos ni adornos en la cabeza que dificulten la medición, la cabeza erguida y mirando al frente, la barbilla ligeramente levantada, como si deseara estirarle el cuello (maniobra de Tanner). El especialista es quien realiza la medición, cuidando de colocar la plancha cefálica del aparato se encuentre adosada sobre el mismo y esté horizontal al plano de medición.



Fig.3.3 Tablón métrico vertical

Los niños de hasta 36 meses, son colocados en un tablón métrico horizontal (Fig.3.4), que tiene como dispositivo adicional un tope de madera u otro material, en un extremo, y un tablón corredizo en el otro extremo, se procura que el niño quede totalmente recto en el tablón para así obtener la medición más precisa.



Fig. 3.4 Tablón métrico horizontal

Si no es posible medir la talla de manera directa, se cuenta con otros métodos, que si bien no son exactos nos puede dar una predicción muy cercana a la real. Se ha utilizado la longitud de dedo medio a dedo medio con los brazos extendidos.

La relación entre la talla (cm.) y la altura de las rodillas, obtenida entre los cóndilos del fémur y los pies, que es colocada en un calibrador de hoja ancha (con las rodillas dobladas en ángulo de 90 grados mientras se aplica presión), se proporciona en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Talla (varones)} = 64.19 - 0.04 \text{ edad} + 2.03 \text{ altura de las rodillas}$$

$$\text{Talla (mujeres)} = 84.88 - 0.24 \text{ edad} + 1.83 \text{ altura de las rodillas}$$

Se puede calcular la talla también, a partir de la semiembargadura, ya que la relación de la talla/semiembargadura (SEM) es de 2.12 ± 0.005 para varones (intervalo $2.13 \pm .005$ para los 16 a 24 años a 2.11 ± 0.003 para > 75 años), y de 2.15 ± 0.006 para mujeres (intervalo de 2.16 ± 0.008 para 16 a 20 años, a 2.14 ± 0.008 para > 75 años). Se define a la semiembargadura como la distancia que hay entre el hueco esternal y la raíz de los dedos cuando los brazos están extendidos por completo a los lados.

3.2.4 INDICE DE MASA CORPORAL

El Quetelet, también conocido como Índice de Masa Corporal (IMC), que fue descrito y publicado por L. Adolph Quetelet en 1871.⁽²⁹⁾ Explica las diferencias en la composición corporal al definir el nivel de adiposidad, con base en la relación entre el peso y la talla y así elimina la necesidad de depender en el tamaño de la complejión corporal.

El peso corporal de individuos de uno y otro sexo es proporcional al valor de la estatura elevada al cuadrado:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso Kg}}{\text{Talla m}^2}$$

Fig.3.5 índice de masa corporal

Esta relación peso/altura² ha emergido de muchos estudios epidemiológicos como el índice más útil de la masa corporal relativa en adultos.

Una de las principales ventajas del IMC es que no requiere el uso de tablas de referencia. Sin embargo existen valores específicos que se usan como criterio que denotan obesidad o desnutrición (tabla 3.5).

CRITERIO	IMC
OBESIDAD	
Tercer grado	> 40
Segundo grado	30 – 40
Primer grado	25 – 29.9
Peso normal	≥ 18.5 - < 25
Desnutrición	
Primer grado	17.0 – 18.4
Segundo grado	16.0 – 16.9
Tercer grado	< 16.0

Tabla 3.4 Criterios para identificar obesidad y desnutrición a partir del IMC.

3.2.5 ÍNDICE PESO/TALLA⁽²⁹⁾

El índice de peso para la talla (IPT) es un buen indicador de estado nutricional actual y no requiere un conocimiento preciso de la edad. Es útil para el diagnóstico, tanto de desnutrición como de sobrepeso y obesidad. Su uso como único parámetro de evaluación puede no diagnosticar como desnutridos a algunos niños que efectivamente lo son (algunos casos de retraso global de crecimiento como por ejemplo). Por ello, se recomienda el uso combinado de los índices peso/talla y talla/edad, lo que permite una evaluación más precisa.

En los estándares del NCHS existen curvas de peso para la talla expresadas en percentiles, que incluyen hasta talla promedio de 137 cm. para mujeres y hasta 143 cm. para hombres. Se consideran normales los valores que se ubiquen entre los percentiles 10 y 90, con excepción del primer semestre de vida en que es deseable que los valores se ubiquen entre los percentiles 25 y 75. Los valores bajo el percentil 10 son indicativos de desnutrición y sobre percentil 90, indican sobrepeso.

Cuando no se dispone de tablas peso/talla, este índice puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{IPT (\%)} = \frac{\text{peso actual} \times 100}{\text{peso aceptable}^*}$$

*Se considera como peso aceptable el peso esperado (p 50) para la talla observada.

El IPT calculado de esta manera es más preciso y a nivel clínico, permite una mejor evaluación y seguimiento.

Un IPT entre 90 y 110% se considera normal; los criterios para catalogar severidad de la desnutrición no son uniformes, pero en general se acepta que un índice menor de 90% indica desnutrición y uno menor de 75% sugiere desnutrición grave. Un IPT mayor de 110 indica sobrepeso y uno superior a 120 es sugerente de obesidad.

Se han usado una serie de relaciones basadas en el peso y la talla, elevada a diferentes potencias, pero éstas no ofrecen ninguna ventaja con respecto al índice peso/talla en niños prepúberes. Sin embargo, en adolescentes y en escolares que ya han iniciado desarrollo puberal, el índice peso/talla puede no ser el más adecuado, especialmente cuando la talla se aleja de la mediana.

3.2.5 ANTROPOMETRÍA

La antropometría es un método de evaluación del estado nutricional que se basa en las dimensiones corporales, fundamentándose en la relación estrecha que existe entre el crecimiento y desarrollo con el estado de salud.

Es la técnica más usada en la evaluación nutricional, ya que proporciona información fundamentalmente acerca de la suficiencia del aporte de macronutrientes.

Las determinaciones del perímetro braquial y del grosor de pliegues cutáneos permiten estimar la composición corporal, y pueden ser de utilidad cuando se usan en conjunto con el peso y la talla, pero no tienen ventajas si se efectúan en forma aislada, salvo cuando los valores son extremos ⁽⁸⁾.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente baratas. • Rápidas. • Permiten generar patrones de referencia. • Susceptibles de expresión numérica absoluta o en escalas continuas. • No invasivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo permiten evaluar crecimiento, bajo peso, sobrepeso u obesidad. • No generan puntos de corte universales (variaciones genéticas). • Requieren de gran capacitación, experiencia y control de calidad. • El equipo es portátil.

Tabla 3.5 ventajas y desventajas de las técnicas antropométricas.

Las mediciones antropométricas únicas representan sólo una instantánea y pueden inducir a errores en el diagnóstico, especialmente en lactantes; las mediciones seriadas son una de las mejores guías del estado nutricional del niño. Deben ser efectuadas por personal calificado, usando instrumentos adecuados y ser interpretadas comparándolas con estándares de referencia. En la tabla 1 se presentan algunas de las principales ventajas y desventajas de las técnicas antropométricas de evaluación del estado nutricional ⁽¹⁰⁾.

3.2.6.1 MEDICIONES CIRCUNFERENCIALES Y DE ESPESOR CORPORAL

3.2.6.1.1 PLIEGUES CUTÁNEOS

El uso de datos antropométricos ha facilitado la estimación de la composición corporal fuera del laboratorio. Un gran énfasis tiene aún el uso de la medición de los pliegues cutáneos ⁽⁸⁾.

Este método está basado en dos aseveraciones:

a) Primero el grosor del tejido adiposo subcutáneo refleja una proporción constante de la grasa corporal total.

b) En segundo lugar el sitio seleccionado para la medición representa el promedio del grosor del tejido adiposo subcutáneo.

Sin embargo, estas asunciones no han sido comprobadas, y por lo tanto las ecuaciones de pliegues cutáneos usadas para la determinación de la composición corporal están restringidas a las poblaciones de las cuales fueron derivadas. La medición es hecha tomando la piel y tejido subcutáneo adyacente entre el pulgar y el dedo índice, presionando suavemente para excluir el músculo, utilizando un aparato llamado cáliper que consta básicamente de dos pinzas (calibradas para ejercer una presión constante de 10 gr./mm²), que miden la separación determinada por la piel en una escala graduada en milímetros; por la forma en la que se tracciona la piel y el tejido subyacente, la medida obtenida equivale al espesor de dos veces la piel más el tejido adiposo periférico ⁽¹³⁾.

Esto es considerado en las fórmulas matemáticas diseñadas para la obtención de los diferentes parámetros de composición corporal, tales como el porcentaje de grasa corporal. Las lecturas son hechas en duplicado con el fin de mejorar la exactitud y reproducibilidad de las mediciones, y los puntos estandarizados para realizar la medición son el pliegue bicipital, tricípital, subescapular, y suprailíaco ⁽¹⁰⁾.

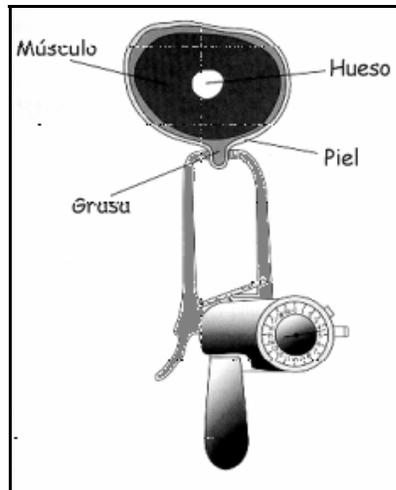


FIG. 3.6 LIPOCALIBRE

El instrumento tipo con el que se realizan las determinaciones del espesor de estos pliegues cutáneos se denomina lipocalibre (fig. 3.6), y existen al menos 3 modelos estandarizados, pero todo ellos iguales en sus fundamentos y muy similares en su aspecto externo ⁽²¹⁾. En esencia consiste en un aparato dotado de 2 valvas que mantienen una presión constante en sus extremos, y permiten ver la separación entre ambas en una escala graduada en milímetros (con una precisión de 0.2 mm) con una escala efectiva de 3 a 33 mm.

Por la forma en la que se tracciona de la piel y el tejido subyacente y se aplican las valvas del lipocalibre la medida obtenida equivale al espesor del 2 veces la piel mas el tejido adiposo periférico. Las formulas y o funciones en las que se usan estas medidas tiene en cuenta este hecho y no hace falta dividir por 2 y descontar el espesor de la piel.

Dada la gran dificultad en la localización de los puntos exactos sobre los que efectuar la determinación, y la poca repetitividad a causa de las grandes variaciones debidas a las pequeñas imprecisiones en la localización de los puntos, estas medidas habrán de ser realizadas por personal debidamente adiestrado en primer término, y sometido a un entrenamiento y control de calidad sistemático posteriormente, estableciéndose equipos de trabajo en los que varios antropometristas repetirán las tomas de datos para promediar sus resultados.

El equipo de antropometristas ha de localizar con precisión el lugar donde efectuar la medida en primer lugar, y luego tomarla al menos 2 veces, cada uno, y al menos 2 antropometristas entrenados. Cada punto se evaluará 4 veces en el peor de los casos, y su valor será la media de todas las determinaciones efectuadas (21).

A) LOCALIZACIÓN DEL PUNTO MEDIO DEL BRAZO.

La determinación del punto medio del brazo se realiza con una cinta métrica de precisión, midiendo entre el proceso del acromion (hombro) y el olécranon (codo) y marcando el punto medio exacto sobre la piel con la ayuda de un lápiz demográfico. (Figs.3.7 - 3.10).

Esta referencia servirá de base para la toma de los pliegues cutáneos bicipital y tricipital, además de ser el punto donde se medirá el contorno medio del brazo, parámetro útil para la determinación del área muscular del brazo y el cálculo de la masa muscular esquelética total del organismo (medidas complementarias a la de composición en grasa del mismo) (21).

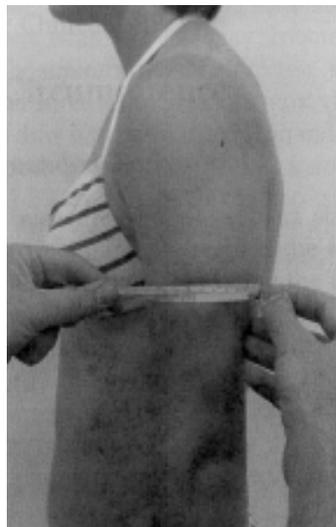


Fig. 3.7 punto medio horizontal

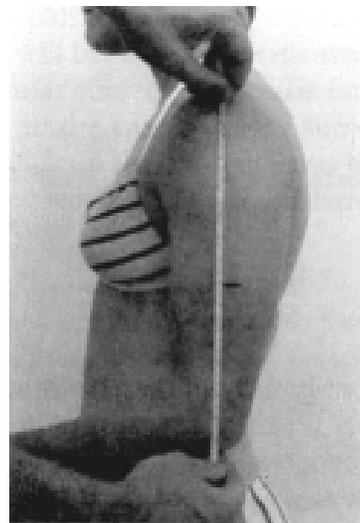


Fig. 3.8 punto medio vertical

B) PLIEGUES CUTÁNEOS BICIPITAL Y TRICIPITAL.

Con esta referencia se toma en la parte anterior del brazo, sobre el músculo bicipital, el pliegue que recibe ese mismo nombre, y en la zona posterior, sobre el tríceps, el pliegue cutáneo tricipital.

La gran asimetría en la circunferencia braquial del tejido adiposo subcutáneo obliga a ser especialmente riguroso en la localización de los puntos exactos donde realizar la medida y en el manejo del lipocalibre. En primer lugar hay que localizar y marcar los puntos exactos donde realizar la determinación del espesor del pliegue cutáneo (Fig. 3.7 y 3.8) (sobre el brazo izquierdo para las personas diestras y en el contrario si el sujeto fuera zurdo).

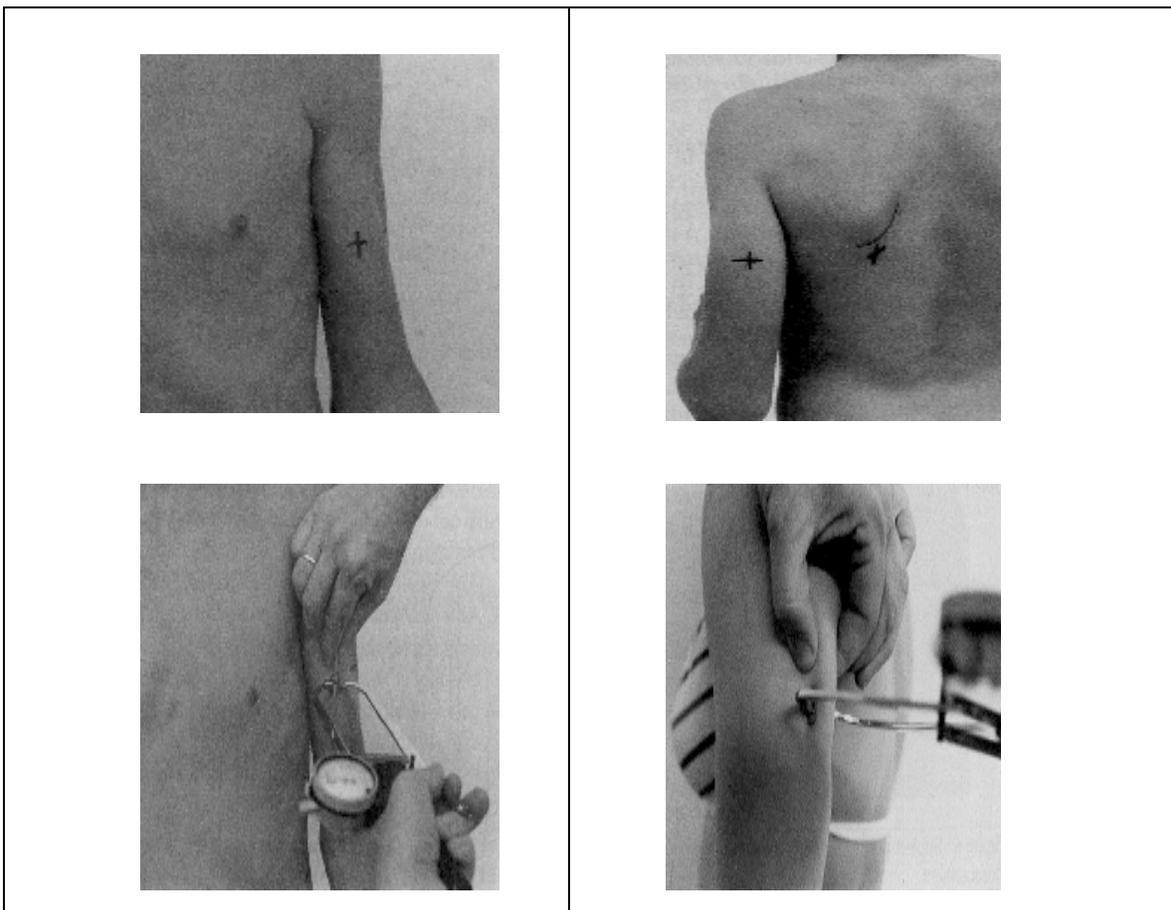


Fig. 3.9 Bíceps braquial

Fig. 3.10 Pliegue tricipital

Se busca con ello que el desarrollo muscular más acentuado en el brazo más hábil influya lo menos posible en las determinaciones biométricas).

C) TÉCNICA DE SUJECIÓN DEL PLIEGUE CUTÁNEO PARA SU MEDIDA. ⁽⁴⁶⁾

Se separa con la mano izquierda (si es diestro, si no con la contraria) la piel y el tejido subyacente, evitando traccionar la masa muscular (fácil de identificar por su tacto similar al de cordones), y se sujeta con firmeza para que no se retraiga de nuevo. Sobre ese "pellizco" así separado y siempre sujeto se aplicaran las valvas del lipocalibre para efectuar la medida de su espesor. En aquellas situaciones en las que la tirantez de la piel, el sudor, etc... , dificulten su separación y sujeción se habrá de tener especial cuidado de no permitir que sean las pinzas del lipocalibre las que queden en solitario "pellizcando" el pliegue cutáneo.

Sobre la zona anterior del brazo se mide el espesor del pliegue cutáneo bicipital y sobre la posterior el tricipital.

Se observa como en ambos casos el pliegue esta sujeto por los dedos del antropometrista y no por las valvas del lipocalibre. Además esta sujeción que realiza el experimentador se realiza a un centímetro del lugar donde se ha de realizar la medida, para no alterar con la presión de sujeción el espesor de dicho pliegue. (El bicipital es mucho mas pequeño que el tricipital en la inmensa mayoría de los casos.)



fig. 3.11 Sujeción del pliegue cutáneo

Esta gran asimetría puede dar origen a grandes errores en las estimaciones de otros parámetros posteriores si no se han tomado bien estos espesores, por lo que habrá que cuidar con rigor la localización del punto medio del brazo y la colocación del lipocalibre, frontal al músculo y perpendicular al pliegue

A pesar de las conocidas limitaciones del método antropométrico, tales como la posibilidad de error interobservador, errores por presencia de edemas, y cuya confiabilidad depende además, del grado de entrenamiento en cada técnica, así como de la calidad de los equipos que se deben utilizar y otras condiciones del medio; este mismo por su factibilidad, aplicabilidad en cualquier parte, su bajo costo y no ser invasivo, ha demostrado utilidad práctica para la evaluación individual y de grupos, el seguimiento en el tiempo de los cambios sucesivos, en la vigilancia epidemiológica del estado nutricional y para promover acciones tendientes a prevenir y corregir posibles desviaciones al respecto.

3.2.6.2 PERÍMETRO BRAQUIAL:

El perímetro braquial se ha usado como técnica de screening de desnutrición a nivel masivo. Debe medirse en el brazo, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, usando una huincha inextensible delgada. Su uso aislado no ofrece ventajas con respecto a peso/talla o IMC. Si se usa en combinación con la medición del pliegue tricipital permite calcular perímetro muscular y área muscular braquial, que son indicadores de masa magra. Su principal aplicación está en la evaluación seriada de adolescentes en recuperación o en asistencia nutricional, asociado a otros indicadores.

Medición del perímetro braquial



Fig. 3.12 localización del punto medio



Fig. 3.13 medición del perímetro braquial



fig3.14 medición horizontal

El pliegue cutáneo es un valioso indicador de la grasa ya que el 50% aproximadamente se localiza en área subcutánea. (Valores de referencia Anexo I).

Según Blackburn, G. L. y Thornton P.A. el valor estandar para el hombre es de 12.5 y para la mujer es de 16.5 considerándose una pérdida entre el 20 a 30% importante y una del 40% grave.⁽⁴⁴⁾

A) CIRCUNFERENCIA MEDIO BRAQUIAL

En el mismo lugar marcado para la determinación del espesor del pliegue tricípital, se mide la circunferencia del brazo con una cinta metálica, suavemente sin comprimir los tejidos. La circunferencia del brazo comprende tanto la masa muscular con la grasa subcutánea y la circunferencia medio braquial solo evalúa el músculo y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CMB.} = \text{CIR DEL BRAZO (cm)} - 0.314 \times \text{PLIEGUE TRICIPITAL en mm}$$

Teniendo un valor normal standard de 25.3 para el varón y de 23.2 para la mujer considerándose una pérdida entre el 20 a 30% importante y una del 40% grave.

B) ÁREA MUSCULAR DEL BRAZO

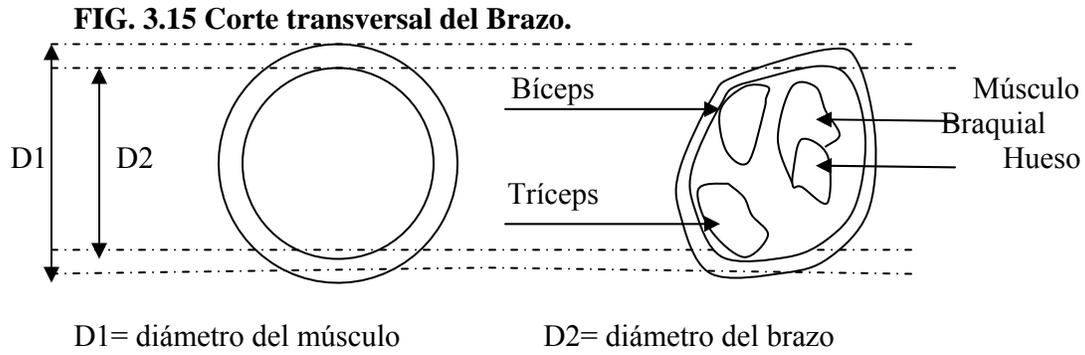
Este procedimiento es más recomendable que el perímetro del brazo para estimar la masa muscular. Tiene excelentes correlaciones con pruebas más difíciles o costosas, como el índice de creatinina/estatura, y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{AMB} = \frac{[\text{PB} - (\pi \times \text{PT})]^2}{4 \pi}$$

Donde:

- AMB = área muscular del brazo
- PB = perímetro del brazo
- PT = panículo adiposo tricípital
- π = 3.1416

Se expresa en milímetros cuadrados y se recomienda evaluarlo como porcentaje de la mediana. En la Fig. 3.15 se presenta un corte transversal del brazo que muestra sus componentes.



3.2.6.3 PLIEGUE CUTÁNEO SUPRAILÍACO.

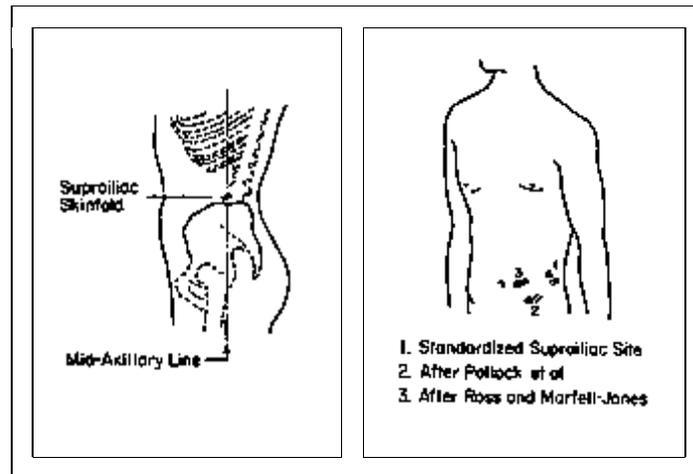


Fig.3.16 Localización del pliegue suprailíaco

El primer problema consiste en estandarizar bien "donde" y "como" se coge este pliegue. Si bien no hay dudas sobre donde se encuentra la cresta iliaca y la línea midaxilar (figura superior izquierda) a la hora de situar el pliegue suprailíaco diversos autores lo han determinado en al menos 3 posiciones anatómicas diferentes, mostradas en la gráfica superior derecha.

El lugar marcado con el numero 1 en dicha figura, es el mas comúnmente aceptado y es precisamente el que utilizaron Durnin J.V.G.A. y Wormersley J. para establecer sus ecuaciones de regresión con las que estimar la densidad corporal de los sujetos, y a través de esta su cantidad de grasa corporal

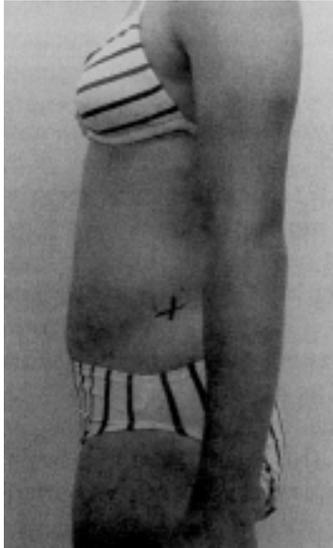


Fig. 3.17 localización del pliegue suprailíaco

Establecido el criterio de localización del pliegue sobre la zona suprailíaco estricta, se marca con el lápiz demográfico sobre la cresta ilíaca en su intersección con la línea midaxilar(fig. 3.17).

Se tracciona del tejido subcutáneo y se sujeta con firmeza para aplicar las valvas del lipocalibre perpendiculares al propio pliegue (fig.3.18). En muchos casos es difícil localizar y sujetar bien este pliegue, dificultando aun más, el sudor de la piel del paciente y la tensión de la zona por la posición forzada en la que ha de tomarse. Un poco de polvos de talco y la colocación del brazo del paciente en ángulo recto descansando sobre el comienzo de su propio abdomen, pueden ayudar bastante.

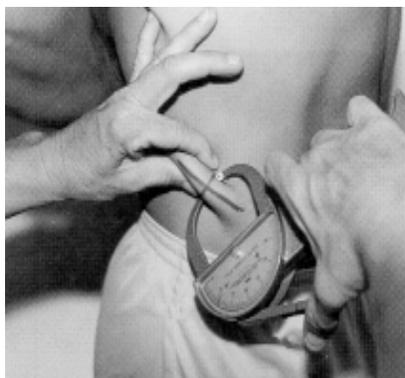


Fig. 3.18 Medición del pliegue suprailíaco (mano derecha)

Como en todos los casos, si el sujeto a estudiar fuera zurdo, todas las determinaciones habrán de realizarse sobre el lado derecho del organismo tal y como muestra la última gráfica adjunta (fig. 3.19).

Se localiza el ala lateral superior de la cresta ilíaca y se marca esta zona en su cruce con la línea midaxilar. Sobre ella se separa la piel y el tejido subyacente sujetándolo con firmeza, aplicando las valvas del lipocalibre a un centímetro de esta sujeción, sobre el punto previamente marcado. Se efectúa la determinación, como siempre por duplicado y al menos por dos antropometristas, y se registran en el formulario de datos los valores obtenidos.

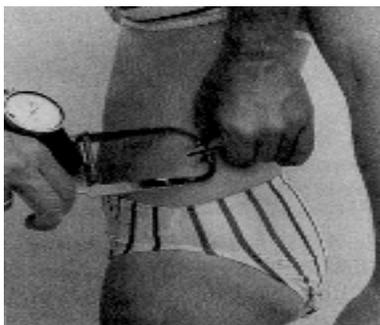


Fig. 3.19 Medición del pliegue suprailíaco (mano izquierda)

3.2.7 EVALUACIÓN BIOQUÍMICA

Sin duda la determinación de parámetros bioquímicos resulta de gran utilidad, pues en la valoración propiamente dicha se pueden detectar cambios bioquímicos específicos antes de que se manifiesten síntomas y gracias a que los procedimientos de laboratorio son más sensibles, es posible identificar la desnutrición mucho antes de que se observen síntomas o daños en los tejidos.

3.2.7.1 MARCADORES BIOQUÍMICOS DEL ESTADO DE PROTEÍNAS

Las proteínas en forma de aminoácidos son necesarias para la síntesis de todas las proteínas de todo el organismo y compuestos nitrogenados. Las deficiencias proteicas casi nunca se observan como casos aislados, sino que se acompañan de otras deficiencias de nutrientes. La determinación de proteínas ya sea como tales o bien como aminoácidos tiene importancia fundamental en la estimación del estado nutricional.

A) ALBÚMINA:

Es una proteína sintetizada en el hígado. Es un marcador bioquímico que suele emplearse para detectar desnutrición y sus niveles séricos se correlacionan bien con la evolución de los pacientes. La hipoalbuminemia se correlaciona con un incremento en la morbilidad y mortalidad. Las reservas de albúmina del organismo son grandes, y un 40 % de las mismas se encuentra en el compartimiento intravascular. Durante periodos de agotamiento de proteínas, la albúmina de las reservas extravasculares se moviliza para preservar la albúmina sérica a una concentración bastante estable.

La vida media de la albúmina es de 20 días. Por tanto, los niveles de albúmina en suero no descienden hasta que el agotamiento de proteínas es muy grave.

La determinación de albúmina es una prueba adecuada como parte de la valoración inicial del estado nutricional. Sin embargo, diversos aspectos del metabolismo de la albúmina limitan su valor como prueba eficaz para vigilar la terapéutica nutricional. La concentración de albúmina la afecta considerablemente el estado de hidratación del paciente y aumenta en casos de deshidratación.

Los niveles de albúmina también varían a consecuencia de otras afecciones además de desnutrición, como enfermedades hepáticas, padecimientos renales crónicos, infecciones graves y diversas enfermedades sistémicas.

La cantidad de albúmina nos informa del estado nutricional presente, pero no de los cambios agudos de dicho estado. El resultado puede ser interferido por hepatopatías. El valor normal es de 3'5 - 4'5 mg/dl. Valores menores a 2.1 g/100 ml indican agotamiento grave.

B) PREALBÚMINA

Se conoce también como transtiretina o prealbúmina enlazante de tiroxina (TBPA). La sensibilidad de la prealbúmina a cambios tempranos en el estado nutricional le confiere gran importancia para la valoración nutricional.

Esta proteína tiene una vida media de uno a dos días. Las concentraciones de prealbúmina responden con rapidez a reducciones o al suministro de alimentos y aporte energético. La concentración de prealbúmina se reduce en forma considerable en casos de kwashiorkor y desnutrición calórico-proteica.

Como ocurre con otras proteínas en el suero, la prealbúmina se modifica debido a diversas afecciones fisiológicas y patológicas además de desnutrición. Por ejemplo, es muy sensible al funcionamiento hepático. En general se incrementa en afecciones renales, debido a una reducción de la depuración renal y aumenta en pacientes que sufrieron quemaduras. Sin embargo, la prealbúmina no se ve afectada en forma tan notable como la albúmina por variaciones del estado de hidratación o afecciones hepáticas.

Los valores de referencia son 20 a 40 mg /dl. Los valores menores de 10 mg/100 ml indican agotamiento grave.

C) TRANSFERRINA

Es la proteína que transporta el ión férrico en la sangre. Más de 99 % del hierro total en suero está enlazado con cerca de la tercera parte de las reservas de transferrina en el organismo. Su vida media es de ocho días. Su concentración se reduce en casos de desnutrición y debido a su vida media breve, los niveles de transferrina responden antes de que se detecten cambios en la albúmina.

La transferrina también se ve afectada por otros factores además de la desnutrición. El valor diagnóstico de la determinación de transferrina para casos de desnutrición es particularmente limitado en presencia de anemia por deficiencia de hierro.

La deficiencia de hierro desencadena un incremento de la síntesis de transferrina en el hígado; por tanto, los niveles de transferrina en pacientes anémicos son menos sensibles al agotamiento proteico. De manera similar, se observan incrementos de transferrina en casos de embarazo. Otras afecciones, como enfermedad hepática, síndrome nefrótico y afecciones neoplásicas provocan también hipotransferrinemia. Los valores de referencia son de 200 a 400 mg/dl.

D) PROTEÍNA ENLAZANTE DE RETINOL (RBP)

Es una proteína visceral pequeña con vida media bastante corta, de tan solo 12 horas. La RBP responde con rapidez al agotamiento de energía y proteínas.

Como su nombre lo implica, la proteína enlazante de retinol es una proteína de transporte para el retinol (vitamina A).

La RBP responde con rapidez cuando se administra retinol a los pacientes con deficiencias y su concentración desciende en casos de deficiencias de retinol, las cuales se observan con frecuencia cuando existe desnutrición. Los niveles de RBP también se reducen en hipertiroidismo, enfermedades hepáticas crónicas y deficiencias de zinc. Como normalmente la RBP se depura en los riñones, sus niveles aumentan en casos de enfermedad renal.

La prealbúmina y la RBP circulan enlazadas una con otra en la relación molar 1:1 responden al agotamiento proteico y a la reposición prácticamente de manera paralela. Sin embargo, en casi todos los casos de la práctica clínica es mejor medir la prealbúmina, ya que está presente a concentraciones muy superiores en la sangre. Los valores de referencia para la RBP son 3 a 6 mg / 100 ml.

E) RECUENTO TOTAL DE LINFOCITOS

Es un índice de inmunocompetencia deprimida en casos de desnutrición. Cuando hay desnutrición crónica, el número y funcionamiento de los linfocitos se reduce. La disminución del recuento total de linfocitos se correlaciona tanto con la deprivación proteica y calórica como con la mortalidad y morbilidad en pacientes hospitalizados. El recuento total de linfocitos es útil como herramienta económica de detección, pero diversos factores relacionados con el estado hematológico total del paciente afectan los resultados y es necesario evaluarlos cuidadosamente antes de atribuir la reducción total de linfocitos a desnutrición.

El recuento total de linfocitos es un componente común en cualquier biometría hemática completa, como la que se efectúa en el contador Coulter o en instrumentos automáticos.

Los valores de referencia para el recuento total de linfocitos son 2000 a 3 500 células / mm³. En casos de desnutrición leve el recuento total de linfocitos es < 1 800 cél/mm³ y en desnutrición grave es < 800 cél/mm³.

F) INDICE DE CREATININA

Indica el estado de las reservas musculares o la masa magra del organismo y constituye un indicador sensible al agotamiento proteico. La excreción de creatinina en orina depende de la masa magra del cuerpo. Por tanto, cuando ésta se agota como resultado de deficiencias proteicas, la producción de creatinina en orina disminuye. El índice de creatinina es una comparación entre la producción real de creatinina en orina del paciente y la producción ideal de un individuo sano del mismo sexo y estatura. El índice se determina como sigue:

$$\text{Índice porcentual de creatinina} = \frac{\text{creatinina real en orina}}{\text{Creatinina ideal en orina}} \times 100$$

El índice de creatinina constituye una medición eficaz de la masa magra del cuerpo. Sin embargo, para la prueba se requiere tomar una muestra de la recolección de orina de 24 hrs, por lo cual es poco eficaz como prueba de detección simple.

Es necesario recolectar la orina durante este periodo porque las tasas de excreción varían a lo largo del mismo. Los valores de referencia para el índice de creatinina son >90 %. En casos de desnutrición es <60%.

A.1) Índice de Creatinina / talla

Se ha establecido una buena correlación entre la masa muscular y la excreción de creatinina, por lo que el índice de excreción de creatinina para cada talla es de especial valor en la evaluación del comportamiento proteico. En la tabla 3.7 aparecen los estándares para evaluación del índice de creatinina/talla.

Este se calcula así:

$$\frac{\text{Índice de creatinina \%}}{\text{Talla}} = \frac{\text{mg creatinina orina/24 H.} \times 100}{\text{mg creatinina orina, ideal para esta talla/24 H.}}$$

Tabla 3.6 fórmula para calcular el Índice Creatinina/talla

Tabla 3.7 Estándares para establecer el índice creatinina/talla			
Valores ideales de creatinina urinaria.			
Hombres Altura	Creatinina ideal (mg)	Mujeres altura	Creatinina ideal (mg)
157.5	1288	147.3	830
160.0	1325	149.9	851
162.6	1359	152.4	875
165.1	1386	154.9	900
167.6	1426	157.5	925
170.2	1467	160.0	949
172.7	1513	162.6	977
175.3	1555	165.1	1006
177.8	1596	167.6	1044
180.3	1642	170.2	1076
182.9	1691	172.7	1109
185.4	1739	175.3	1141
188.0	1785	177.8	1174
190.5	1831	180.3	1206
193.0	1891	182.9	1240

Tabla 3.8 criterios para definir el grado de desnutrición, según el índice c/t				
Índice creatinina /talla	normal	Leve	Depleción moderada	Severa
	90-100 %	89-75 %	40-75%	<40%

Cabe señalar que además de la desnutrición, existen otras situaciones en las cuales se altera este índice: p.ej. daño renal, ejercicio severo, exceso de ingesta de carne, fiebre, y algunas drogas (cortisona, metadona, etc).

G) HIDROXIPROLINA

Es un aminoácido que se forma durante la síntesis de colágena. La excreción de hidroxiprolina en orina aumenta como resultado de la síntesis proteica durante periodos de crecimiento activo. Las concentraciones de hidroxiprolina dependen en forma considerable de la edad y es conveniente utilizarlas para valorar el consumo proteico y la tasa de crecimiento en niños.

Los niveles de hidroxiprolina en orina se reducen en casos de desnutrición, ya sea por agotamiento proteico o de calorías. La excreción de hidroxiprolina varía a lo largo del día; por tanto, se requiere una muestra de orina de 24 hrs. para efectuar un análisis preciso.

La muestra debe recolectarse cuando el consumo de colágena sea bajo y sin que el paciente ingiera gelatina; además, no puede realizarse cuando presenta fiebre, ya que bajo esta condición se incrementa la excreción de hidroxiprolina.

Menos del 5% de la hidroxiprolina total se encuentra libre. La hidroxiprolina enlazada con proteínas es la forma más útil para determinar el recambio de colágena. Por tanto, con frecuencia se efectúa la determinación de hidroxiprolina total para vigilar el estado nutricional.

Los valores de referencia para la hidroxiprolina total en orina son 15 a 50 mg/día y para la hidroxiprolina libre en orina es <1.3 mg/día.

H) 3 METIL HISTIDINA

Otro aminoácido que refleja el estado de proteínas es la 3 Metil histidina (3-MH), que se encuentra principalmente en el tejido muscular. Cuando este tejido se degrada, se libera 3-MH y se excreta con rapidez a la orina. La tasa de excreción urinaria refleja la descomposición de la masa muscular. Durante periodos de agotamiento proteico la 3-MH en orina disminuye.

Como la 3-MH es un subproducto de la proteína muscular que se ingiere, es necesario excluir la carne de la dieta durante tres días antes de obtener la muestra. Los valores de referencia para 3-MH son 3.0 a 9.0 mg/día.

I) BALANCE DE NITRÓGENO

El balance de nitrógeno es la diferencia entre el consumo y la excreción de nitrógeno y constituye uno de los métodos más empleados para valorar el estado proteico. En individuos normales y saludables los procesos anabólicos y catabólicos se encuentran en equilibrio y el balance de nitrógeno es igual a cero. Durante eventos catabólicos (traumatismos, sepsis, quemaduras) o cuando el consumo de nitrógeno es deficiente, es probable que la excreción de nitrógeno exceda el consumo, lo que da lugar a un balance negativo de nitrógeno.

Normalmente de 90 a 95 % de las pérdidas de nitrógeno diarias ocurren por la orina y el 90% de ellas son en forma de urea. Por tanto, la medición de nitrógeno ureico en orina (UUN) en una muestra de 24 hrs. es un método bastante preciso para determinar la excreción de nitrógeno.

El cálculo del balance de nitrógeno se aproxima al de excreción de nitrógeno mediante el UUN y un factor de corrección de 4. Este factor tiene en cuenta el nitrógeno que no se mide por el UUN e incluye nitrógeno ureico en orina y pérdidas cutáneas y a través de las heces.

El consumo de nitrógeno procede de la proteína de la dieta. El factor de 6.25 transforma los gramos de proteína de la dieta en gramos de nitrógeno.

El cálculo del balance de nitrógeno se muestra a continuación:

$$\text{Balance de N}_2 \text{ g/día} = \frac{\text{Consumo de proteínas (g/día)}}{6.25} - (\text{UUN g/día} + 4)$$

Fig 3.20 Cálculo del balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno se estima de manera más precisa cuando se mide nitrógeno total en orina (TUN) en lugar de UUN. El TUN constituye una determinación más exacta de todo el nitrógeno que se excreta en orina, no solo el que precede de la urea. Cuando se emplea el resultado del TUN para calcular el balance de nitrógeno, el factor 4 se reduce a 2, como sigue:

$$\text{Balance de N}_2 \text{ g/día} = \frac{\text{consumo de proteínas (g/día)}}{6.25} - (\text{TUN g/día} + 2)$$

Fig. 3.21 balance de nitrógeno con TUN

El balance de nitrógeno se emplea para seguir el curso de la reposición de proteínas en pacientes desnutridos. Cuando el nivel de proteínas es bueno, se alcanza un balance de nitrógeno positivo de 4 g/día.

La fórmula de balance de nitrógeno no se aplica a pacientes con enfermedades renales o que tienen otras afecciones clínicas que producen pérdidas anormalmente altas de nitrógeno, incluyendo quemaduras, enfermedades de la piel y enteropatías con pérdidas proteicas.

Los valores de referencia del balance de nitrógeno son +2 a +4 g/día. Existe agotamiento proteico cuando los valores que se obtienen son < - 4 g/día.

J) IGF-I

La medición en suero de los niveles de factor de crecimiento I tipo insulina (*insulin-like growth factor I*, IGF-I) podría ser un índice sensible en cambios a corto plazo del estado nutricional. Este factor, que antes se designaba como somatomedina C, recibe la estimulación de la hormona de crecimiento y fomenta el crecimiento de la mayor parte de los tipos de células.

El consumo de alimentos y el estado nutricional son los principales reguladores de los niveles de IGF-I, los cuales disminuyen en la insuficiencia nutritiva crónica y la desnutrición de calorías y proteínas. De ahí que la reducción en la magnitud de IGF-I se relacione con la gravedad de la agresión nutricional y que los niveles de IGF-I aumenten de manera constante en caso de reposición nutricional.

3.27.2. MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE CARBOHIDRATOS

Como ya hemos visto los carbohidratos por ser una de las principales fuentes de energía que se obtienen por vía exógena; es decir por la dieta, es necesario monitorear la concentración de estos en el paciente que recibe nutrición artificial. Por tanto más que predecir si hay deficiencia en la nutrición la intención de valorar los carbohidratos es establecer la reposición de calorías después de la nutrición artificial.

A) GLUCOSA

El estado de carbohidratos se vigila con mayor eficacia determinando simplemente la glucosa sanguínea. Es más conveniente tomar la muestra en ayunas. Los niveles de glucosa sirven como indicador de la eficacia de la insulina, que con frecuencia se administra junto con las formulas suplementarias para la nutrición.

B) HEMOGLOBINA GLUCOSILADA

A largo plazo, el control de la glucosa se vigila mediante la hemoglobina glucosilada (HbA_{1C}). La cantidad de hemoglobina glucosilada en los eritrocitos refleja el control de la glucosa los últimos dos a tres meses.

C) FRUCTOSAMINA

La glucosa se controla a corto plazo mediante el análisis de Fructosamina (o albúmina glucosilada). Como la albúmina tiene una vida media de aproximadamente dos semanas, la fructosamina refleja el control de la glucosa en ese periodo en comparación con dos o tres meses para la hemoglobina glucosilada.

La Hb glucosilada se mide mediante cromatografía en columna o por afinidad. La fructosamina se mide por el método colorimétrico.

Los valores de referencia para glucosa en ayunas son 70 a 105 mg/dl, para hemoglobina glucosilada 5.3 a 7.5 % de Hb total y 1.61 a 2.68 mmol/L para fructosamina.

3.2.7.3 MARCADORES BIOQUIMICOS DEL ESTADO DE LIPIDOS

Al igual que los carbohidratos, los lípidos son fuente de energía y de la misma forma, la importancia de la determinación de estos elementos, se basa principalmente en el monitoreo de estos después de haber sido administrados en la terapéutica de la desnutrición.

A) TRIGLICERIDOS

La cantidad de triglicéridos que se encuentra en la sangre refleja el consumo de grasa de la dieta y el estado dinámico del metabolismo de los lípidos. Estos, como componentes de la terapéutica nutricional, con frecuencia se administran en forma de triglicéridos en una emulsión constituida por aceites vegetales y el nivel de triglicéridos en sangre se emplea para vigilar el metabolismo de lípidos después de la ingestión de alimentos o de la formula para suplementar la nutrición.

Los valores de referencia para triglicéridos son 40 a 320 mg/100 ml (varia según edad y sexo). De cuatro a seis horas tras la ingestión de alimentos, el nivel es < 700 mg/100 ml.

B) ACIDOS GRASOS ESENCIALES (AGE)

El paciente con desnutrición crónica corre el riesgo de desarrollar deficiencia de AGE debido a una falta de fuentes de grasa en la dieta. El síndrome de deficiencia de ácidos grasos esenciales se manifiesta clínicamente por caída de cabello, dermatitis escamosa y trombocitopenia. Su presencia se confirma en el laboratorio midiendo los ácidos grasos esenciales, que son oleico, palmítico, esteárico, linoleico y araquidónico.

Los valores de AGE también se reducen en el síndrome de acrodermatitis enteropática, que con frecuencia se asocia a deficiencia de zinc.

Los niveles de AGE en plasma se cuantifican mediante cromatografía de capa fina seguida por cromatografía de gases, y se expresan como porcentaje de ácidos grasos totales.

Los valores de referencia son los siguientes.

Oleico:	26 a 45 %
Palmítico:	23 a 25 %
Esteárico:	10 a 14 %
Linoleico:	8 a 16 %
Araquidónico:	> 6 %

C) ÁCIDOS GRASOS NO ESENCIALES (AGNE)

Surgen como resultado de la acción de la lipasa en los triglicéridos. Los niveles en circulación se incrementan en casos de desnutrición o tras ayuno prolongado. También aumentan en diabetes sin control, alcoholismo, hipertiroidismo y después de realizar ejercicio vigoroso. Se cree que el aumento de los niveles de AGNE produce daño en los capilares pulmonares durante los episodios de insuficiencia respiratoria y también se ha demostrado que desplazan a otras moléculas de la albúmina, como la bilirrubina y diversos fármacos. El desplazamiento de fármacos debido a niveles altos de AGNE provoca error al cuantificar las concentraciones de fármaco libre. Los ácidos grasos no esterificados se cuantifican mediante métodos colorimétricos y enzimáticos.

Los valores de referencia para los AGNE son 8 a 25 mg/100ml.

3.2.7.4 VALORACIÓN NUTRICIONAL DEL ESTADO DE VITAMINAS

Las vitaminas son compuestos orgánicos que se encuentran en diversos alimentos y son necesarios para las funciones metabólicas normales del organismo. Las pruebas bioquímicas del estado de vitaminas reflejan su consumo en la dieta o los cambios metabólicos debidos a alguna deficiencia o toxicidad. Las pruebas bioquímicas para determinar la concentración de una vitamina simplemente reflejan su consumo reciente en la dieta o indican el paso de un nutriente de un órgano a otro. Por otra parte los ensayos funcionales, o pruebas que miden la actividad metabólica en la cual se requiere cierta vitamina, reflejan verdaderamente si existen niveles adecuados de dicha vitamina o hay deficiencias.

A) VITAMINAS HIDROSOLUBLES

a) ACIDO ASCORBICO

El ácido ascórbico (vitamina C), probablemente la vitamina más común, al parecer participa en la transferencia del ión hidrógeno y en la regulación de los potenciales intracelulares de oxido-reducción. El ácido ascórbico es necesario para el metabolismo normal de aminoácidos, síntesis de colágena, funcionamiento de los leucocitos, síntesis de hormonas suprarrenales y metabolismo de ciertos fármacos. También mejor al absorción de algunos minerales, como el hierro.

La deficiencia de ácido ascórbico provoca escorbuto. Este se caracteriza por afecciones hemorrágicas, incluyendo petequias y encías inflamadas y sangrantes, dificultad para cicatrizar lesiones y anemia.

Los niveles de ácido ascórbico se determinan a través de los niveles sanguíneos, ya sea por detección colorimétrica o bien por cromatografía de líquidos de alta resolución. Los valores de referencia son 0.4 a 0.6 mg/100 ml.

b) TIAMINA

La tiamina (vitamina B₁) funciona como coenzima para el metabolismo energético, especialmente el metabolismo de carbohidratos. La coenzima pirofosfato de tiamina (TTP) es necesaria para la actividad de la transcetolasa en la vía del fosfato de pentosa. La tiamina se absorbe rápidamente de los alimentos en el intestino delgado. Se excreta a través de la orina.

La afección clínica relacionada con deficiencia crónica de Tiamina se llama beriberi, que se caracteriza por síntomas que afectan los sistemas nervioso y cardiovascular.

La concentración de tiamina en suero u orina se mide manualmente por el método fluorimétrico de tiocromo o cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC). El ensayo enzimático de la actividad de transcetolasa (ETK) permite la determinación funcional de tiamina.

Los valores de referencia para la tiamina son como sigue:

Concentración sérica de 0.21 a 0.43 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Concentración en orina $> 100\ \mu\text{g}/24\text{ hrs}$

La actividad de ETK se incrementa de 0 a 14 % en presencia de TPP

Deficiencia marginal de 15 a 24 %

Deficiencia $> 25\ %$

c) **RIBOFLAVINA (VITAMINA B₂)**

La riboflavina funciona principalmente como componente de dos coenzimas, el mononucleótido de flavina (FMN) y el dinucleótido de flavinadenina (FAD). Estas dos coenzimas catalizan diversas reacciones de oxido-reducción. Habitualmente la deficiencia de riboflavina se presenta junto con otras deficiencias de nutrientes. Las afecciones como alcoholismo e inanición, que producen deficiencias de las vitaminas B en general, también ocasionan deficiencia de riboflavina. La diarrea crónica y los síndromes de mala absorción pueden ocasionar deficiencias de esta vitamina.

La concentración de riboflavina en suero u orina se determina mediante HPLC. Sin embargo, los niveles en sangre u orina no son indicadores tan sensibles del estado de ésta como la estimulación de la actividad de la reductasa de glutatión (GSH) en eritrocitos por la coenzima FAD.

Los valores de referencia para riboflavina son los siguientes:

Suero 4 a 24 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Orina $> 120\ \mu\text{g}/\text{día}$

La reductasa de GSH se incrementa con el FAD de 0 a 20 %

Deficiencia margina de 20 a 40 %

Deficiencia $> 40\ %$.

d) PIRIDOXINA

La piridoxina (vitamina B₆) es el nombre colectivo que se da a tres compuestos relacionados: piridoxina, piridoxal y piridoxamina.

Estos compuestos se transforman en el hígado, los eritrocitos y otros tejidos a fosfato de piridoxal (PLP) y fosfato de piridoxamina (PMP), que sirven principalmente como coenzimas en reacciones de transaminación. El PLP también participa en el metabolismo de aminoácidos y lípidos. La vitamina B₆ desempeña un papel esencial para preservar la integridad funcional del cerebro. También se requiere para formación de un ácido aminolevulínico delta, un intermediario de la síntesis de porfirinas, así como en la preservación de la respuesta inmunitaria y del metabolismo endocrino.

Pacientes urémicos, personas con afecciones hepáticas, síndromes de absorción o enfermedades malignas y alcohólicos crónicos tienen riesgo especial de deficiencia. Se ha reportado que la deficiencia de piridoxina provoca convulsiones, dermatitis y cierto tipo de anemia sideroblástica.

La concentración de PLP se cuantifica mediante HPLC. El ensayo funcional de vitamina B₆ se lleva a cabo determinando la actividad enzimática de la aminotransferasa (AST) en los eritrocitos antes y después de estimulación con fosfato de piridoxal.

Los valores de referencia para vitamina B₆ son como sigue:

Plasma 5 a 30 ng/ml

Deficiencia < 5 ng/ml

La actividad de AST se incrementa con PLP < 50 %

Deficiencia > 50 %

e) VITAMINA B₁₂

Los términos vitamina B₁₂ y cobalamina se refieren a un grupo grande de compuestos que contienen cobalto. La vitamina B₁₂ participa como coenzima en las reacciones enzimáticas necesarias para la hematopoyesis y el metabolismo de ácidos grasos.

La causa más común de deficiencia de esta vitamina es un defecto en la secreción de factor intrínseco.

La anemia perniciosa (megaloblástica) es la enfermedad que generalmente se caracteriza por deficiencia de vitamina B₁₂ y se debe a una carencia de factor intrínseco o a la presencia de anticuerpos contra el factor. La deficiencia también ocurre como resultado de la dieta (vegetarianos estrictos).

Los métodos disponibles para determinación de vitamina B₁₂ son ensayo microbiológico con *Lactobacillus leichmannii* o ensayo radioinmunológico de enlace proteico competitivo, que es altamente específico para cobalamina.

Los valores de referencia para vitamina B₁₂ son 110 a 800 pg/ml

f) FOLATO

El término folato se emplea de manera genérica para compuestos que son similares al ácido fólico desde el punto de vista nutricional y químico. Los folatos funcionan metabólicamente como coenzimas que participan en diversas reacciones de transferencia de un carbono, incluyendo síntesis de purina, interconversiones de aminoácidos y utilización formato.

La deficiencia de folato produce afecciones de la división celular y alteración de la síntesis proteica. La deficiencia de folato es frecuente y se observa en diversas afecciones clínicas. Incluso anemia megaloblástica, alcoholismo, síndrome de mala absorción, carcinomas, enfermedad hepática, hemodiálisis crónica y anemias hemolítica y sideroblástica.

Los niveles de folato se miden en el suero mediante ensayo microbiológico empleando *Lactobacillus casei* o, de manera más específica, por radioensayo de enlace proteico competitivo para determinar niveles en suero y eritrocitos.

Los valores de referencia son.

Suero 3 a 16 ng/ml

Eritrocitos 130 a 630 ng/ml

Deficiencia de reservas < 140 ng/ml.

g) NIACINA

La niacina es una vitamina hidrosoluble y sus requerimientos en los seres humanos se cubren en parte por la transformación del triptófano en la dieta en niacina. El término niacina es de tipo genérico e incluye ácido nicotínico y nicotinamida.

La niacina funciona como componente de dos coenzimas. NAD y NADP, necesarias para muchos procesos metabólicos, entre ellos la respiración de los tejidos, metabolismo de ácidos grasos y glucólisis.

El síndrome clínico debido a deficiencia de niacina es la pelagra. Este síndrome se asocia con dietas que suministran niveles bajos de niacina y triptófano. También en alcoholismo, síndrome carcinoide y enfermedad de Hartnup.

Los niveles de niacina en sangre y en orina no son útiles para determinar el estado nutricional de niacina. Sin embargo, existen métodos de cromatografía de líquidos de alta resolución para medir los metabolitos en orina.

h) BIOTINA

La biotina (vitamina H) es una coenzima para diversas enzimas que transportan unidades carboxílicas en los tejidos y desempeña una función importante en la gluconeogénesis, lipogénesis y síntesis de ácidos grasos.

En los seres humanos, las deficiencias de biotina se deben a ingestión de grandes cantidades de avidina, la cual se encuentra en la clara de huevo crudo y se enlaza con la biotina, quitándole su actividad metabólica. Asimismo, las deficiencias de biotina ocurren en los lactantes con defectos genéticos de las coenzimas carboxilasa y biotinidasa.

Los niveles de biotina casi nunca se determinan en el medio clínico. Los ensayos para determinación de biotina en sangre se emplean con fines de investigación, e incluyen el método microbiológico en el que utiliza *Ochromonas dancia*, un ensayo de enlace con celulosa y, más recientemente, un método en el que se usa quimioluminiscencia.

B) VITAMINAS LIPOSOLUBLES

a) RETINOL

El retinol (vitamina A) designa un grupo de compuestos esenciales para la visión, la diferenciación celular, el desarrollo, la reproducción y el funcionamiento del sistema inmunitario. Las frutas y vegetales contienen caroteno, un precursor del retinol. Los carotenos proporcionan más de la mitad de los requerimientos de retinol.

La deficiencia de vitamina A ocasiona ceguera nocturna y, cuando se prolonga, puede provocar ceguera total. Se observan niveles bajos de vitamina A en enfermedades que afectan el funcionamiento del intestino delgado o el funcionamiento hepático.

La determinación de retinol es el método más común para valorar el estado de vitamina A en el medio clínico. El retinol se ensaya mediante el método de fluorimetría directa o por HPLC. La determinación de las diversas formas de vitamina A (retinol, esteroides de retinilo) se lleva a cabo mediante métodos de cromatografía de líquidos de alta resolución.

Los valores de referencia para vitamina A son 300 a 800 $\mu\text{g/L}$. existen deficiencias graves a $< 100 \mu\text{g/L}$.

b) VITAMINA D

La vitamina D incluye un grupo de compuestos relacionados. La vitamina D es esencial para la formación correcta del esqueleto y la homeostasis de minerales. La exposición de la piel a la luz ultravioleta (luz solar) cataliza la síntesis de colecalciferol a partir de 7-deshidrocolesterol. La hidroxilación se lleva a cabo en el hígado para formar 25-hidroxicolecalciferol ($25(\text{OH})\text{D}_3$).

En el riñón se efectúa otro paso de hidroxilación para formar 1,25 dihidroxicolecalciferol ($1,25,(\text{OH})_2\text{D}_3$). Este es el metabolito más activo de vitamina D, estimula la absorción intestinal de calcio y fosfatos para desarrollo de los huesos y para el metabolismo y, junto con la hormona paratifoidea (PTH), estimula los huesos para incrementar la movilización de calcio y fosfatos.

La deficiencia de vitamina D se caracteriza por mineralización inadecuada de los huesos. En los niños, las deficiencias graves provocan una deformación del esqueleto que se denomina raquitismo, en los adultos, conducen a desmineralización de la matriz ósea que da como resultado pérdidas óseas excesivas y osteomalacia. Se reportan niveles bajos de vitamina D en enfermedades del intestino delgado, insuficiencia renal crónica, afecciones hepato biliares, insuficiencia pancreática, hipoparatiroidismo y con el uso de fármacos anticonvulsivos.

La 25(OH)D₃ es la principal forma de vitamina D en circulación y su determinación es el mejor indicador del estado nutricional de Vitamina D. la forma con mayor actividad metabólica de vitamina D (1,25(OH)₂D₃) refleja la síntesis de calcio en el organismo.

Los valores de referencia para 25(OH)D₃ son 22 a 42 ng/ml y para (1,25(OH)₂D₃) de 30 a 53 pg/ml.

Vitaminas hidrosolubles		Vitaminas liposolubles	
Ácido ascórbico (C)	M: 60 mg/d F: 60 mg/d	Retinol	M: 1000 µg/d F: 800 µg/d
Tiamina (B ₁)	M: 1.5 mg/d F: 1.1 mg/d	Vitamina D	M: 5 µg/d F: 5µg/d
Riboflavina (B ₂)	M: 1.7 mg/d F: 1.3 mg/d	Tocoferol (E)	M: 10 mg/d F: 8 mg/d
Piridoxina (B ₆)	M: 2.0 mg/d F: 1.6 mg/d	Vitamina K	M: 80 µg/d F: µg/d
Cobalamina (B ₁₂)	M: 2.0 mg/d F: 2.0 mg/d		
Folato	M: 200µg/d F: 180 µg/d		
Niacina	M: 19 mg/d F: 15 mg/d		

M= masculino, F= femenino

c) VITAMINA E

La vitamina E (tocoferol) funciona en el organismo como un antioxidante poderoso y es la principal defensa contra oxidaciones potencialmente dañinas. La vitamina E evita la oxidación de ácidos grasos no saturados atrapando los radicales libres. En este sistema de defensa colaboran otros dos nutrientes esenciales: el selenio y el ácido ascórbico. La vitamina E es importante para la integridad de la membrana celular y muchas funciones que se llevan a cabo a nivel de la misma, entre ellas, metabolismo de fármacos, biosíntesis de hem, transporte de electrones en la mitocondria y funcionamiento neuromuscular.

La deficiencia de vitamina E generalmente se observa en dos grupos de individuos: lactantes prematuros de peso muy bajo al nacer y pacientes que no absorben las grasas en forma normal. Su deficiencia se asocia con un incremento de la agregación de plaquetas y aumento de la fragilidad de los eritrocitos, que puede provocar anemia hemolítica y degeneración neurológica.

La vitamina E se cuantifica fácilmente en suero o plasma mediante métodos de HPLC. Los valores de referencia son 5 a 18 mg/L.

d) VITAMINA K

La vitamina k incluye un grupo de compuestos esenciales para la formación de protrombina y por lo menos otras cinco proteínas de coagulación, incluyendo los factores VII, IX y X y las proteínas C y S. esta vitamina es necesaria para transformar las formas precursoras en formas funcionales de estas proteínas de coagulación. La transformación se verifica en el hígado.

El signo principal de deficiencia de vitamina K es la coagulación defectuosa de la sangre. Las deficiencias dietéticas en adultos son poco frecuentes. Sin embargo, se producen en individuos con síndrome de mala absorción y enfermedades hepáticas. El tratamiento con antibióticos puede provocar deficiencias de vitamina K como resultado de reducción de la síntesis de vitamina por las bacterias intestinales.

Los compuestos de vitamina K no se cuantifican rutinariamente en el laboratorio clínico debido a que se requieren métodos difíciles. Por tanto se emplea el tiempo de protrombina (TP) como indicador funcional del estado de la vitamina K.

Los valores de referencia son 11 a 15 segundos, cuando hay deficiencia, se observa prolongación del tiempo de protrombina.

Los niveles dietéticos recomendados de las vitaminas descritas se resumen en la tabla 3.6

3.3.5 VALORACION NUTRICIONAL DE ELEMENTOS TRAZA

Los elementos traza son los minerales presentes en cantidades inferiores a 5 g en el organismo. A pesar de estas cantidades pequeñas, los elementos traza son de gran importancia para preservar la vida. Se han identificado más de 60 elementos traza en los organismos vivos. En la tabla 3.3.7 se incluyen los que se cree son fundamentales para la vida.

A) HIERRO

El hierro probablemente sea el elemento más importante de esta categoría. Es un constituyente de hemoglobina, mioglobina y otras enzimas, y desempeña una función importante en el aporte de oxígeno a los tejidos. Cerca del 70 % del hierro del organismo se encuentra en los eritrocitos en forma de hemoglobina. Otro 5 % se halla en forma de mioglobina en los músculos. Cerca de 20 % se almacena como ferritina en hígado, bazo y médula ósea, el restante 5 % se encuentra como componente de las enzimas oxidativas. El hierro en circulación se enlaza con la proteína de transporte transferrina.

Las deficiencias de hierro provocan en último término anemia, debido a afecciones de la síntesis de hemoglobina. Se identifican tres etapas de deficiencia de hierro. La primera es un agotamiento de las reservas, la segunda etapa se caracteriza por eritropoyesis con deficiencia de hierro, la tercera etapa es un desarrollo de anemia por deficiencia del mismo.

Estas deficiencias se deben por reducción en el consumo de la dieta, aceleración de las pérdidas o bloqueo de la movilización de las reservas.

Existen diversas pruebas de laboratorio para valorar el estado de hierro. La más definitiva es examinar una aspiración de la médula ósea. Un frotis de médula ósea se tiñe con azul de Prusia, el cual es específico para el hierro. Se efectúa un recuento de las partículas de hierro teñido y también del número de sideroblastos, que se reducen en caso de deficiencia de hierro.

El hierro en circulación se valora mejor calculando la saturación de transferrina (Tf). Esta última es altamente sensible al consumo reciente de hierro en la dieta.

Tras determinar el hierro sérico y la capacidad total de enlace de hierro (TIBC), la saturación de transferrina se expresa como %:

$$\frac{\text{Hierro sérico} \times 100}{\text{TIBC}} = \% \text{ saturación de transferrina}$$

El hierro sérico y el TIBC suelen cuantificarse mediante métodos colorimétricos. Como el efecto de las deficiencias de hierro en último término es una afección de la síntesis del hem, las pruebas como concentración de hemoglobina, hematocrito e índices de recuento de eritrocitos (p. Ej. Volumen corpuscular medio y hemoglobina corpuscular media) son indicadores de deficiencias de hierro en sus últimas etapas. Estas determinaciones se llevan a cabo en el laboratorio clínico de manera relativamente fácil.

Los valores de referencia para la ferritina en varones son 20 a 250 ng/ml y en mujeres de 10 a 120 ng/ml. Deficiencias < 10 ng/ml

La saturación de ferritina en varones es de 20 a 50 % y en mujeres de 15 a 50 %. Deficiencias < 15 %

B) YODO

La función primaria del yodo (I) en el organismo es proporcionar un sustrato para la síntesis de las hormonas tiroideas, tiroxina y triyodotironina, que son cruciales para el crecimiento y el desarrollo. La glándula tiroides, que pesa de 15 a 20 g, contiene el 80% de la reserva de yodo del organismo, unos 15 mg en los adultos. El yoduro, la forma iónica del yodo, se absorbe rápidamente a partir del tracto GI y se distribuye en el agua extracelular.

Las concentraciones plasmáticas de yodo en ayunas son aproximadamente de 1 µg/l (7,88 nmol/l). En los adultos, alrededor del 80% del yodo ingerido es captado por la glándula tiroides por medio de una bomba de yoduro dependiente de ATP.

La deficiencia de yodo aparece cuando la ingesta de yoduro es <20 mg/día. En la deficiencia moderada de yodo, la glándula tiroides, bajo la influencia de la hormona estimulante del tiroides, se hipertrofia para concentrar el yoduro en la propia glándula, con resultado de un bocio coloide. La mayoría de estos casos siguen siendo eutiroides.

La deficiencia grave de yodo puede conducir al mixedema endémico en los adultos y al cretinismo endémico en los lactantes. Varias perturbaciones metabólicas en la síntesis de hormona tiroidea causan hipotiroidismo tanto en adultos como en niños.

Pero a escala mundial, la deficiencia endémica de yodo sigue siendo todavía la principal causa de hipotiroidismo. La deficiencia de yodo materna grave retrasa el crecimiento fetal y el desarrollo cerebral. El cretinismo endémico puede presentarse en forma neurológica o en forma mixedematosa, según la interacción entre la deficiencia de yodo y la genética.

A los lactantes con deficiencia de yodo se les administra tiroxina (3 mg/kg/día) durante una semana más 50 mg de yoduro para restablecer con rapidez una situación eutiroides. La suplementación de yoduro es continuada. Se monitorizan los niveles de hormona estimulante del tiroides hasta que están en el intervalo normal, o sea <5 mUI/ml.

Los adultos con deficiencia reciben yoduro a una dosis de 1.500 mg/día –unas 10 veces la cantidad diaria recomendada– en varias semanas, para restablecer el contenido de yodo de la glándula exhausta y hacer posible la síntesis de tiroxina

La valoración del estado nutricional de yodo se lleva a cabo por la prueba de funcionamiento de la glándula tiroides, T₃. El rango de referencia para la T₃ es de 100 a 200 ng/ml.

C) FLÚOR

El fluoruro es la forma iónica del flúor (F), que se encuentra ampliamente difundido en la naturaleza. Los huesos y los dientes contienen la mayor parte del flúor del organismo. El pescado de agua salada y el té son fuentes ricas, pero la principal fuente es el agua potable.

La deficiencia de fluoruro en el ser humano provoca un aumento de la susceptibilidad a la caries dental.

Algunos autores no consideran que el flúor sea un elemento esencial porque no se ha podido inducir un estado de deficiencia reversible por el elemento solo. No obstante, el Food and Nutrition Board of the Academy of Sciences- National Research Council (NAS/NRC) considera al flúor esencial para la prevención de la caries dental y posiblemente de la osteoporosis. La fluoración del agua que contenga menos del nivel ideal de 1 ppm reduce significativamente la incidencia de caries dental.

El fluoruro no se determina clínicamente como parte de la evaluación nutricional. Sin embargo, existen técnicas como potenciometría ion-selectiva y cromatografía gas-líquido que permiten medir el fluoruro en plasma y orina. Esta determinación generalmente se reserva para vigilar el tratamiento con esta sustancia o en casos de intoxicación.

Los valores de referencia para el fluoruro son 0.2 a 3.2 mg/L en orina. Se produce intoxicación a > 8.0 mg/L.

D) CINC

El organismo contiene de 2 a 3 g de cinc (Zn), que se encuentra principalmente en huesos, dientes, cabello, piel, hígado, músculo, leucocitos y testículos. Un tercio de los 100 mg/dl (15,3 mmol/l) de Zn se encuentra en el plasma unido débilmente a la albúmina, y unos 2/3 fijados firmemente a las globulinas.

Existen más de 100 metaloenzimas que contienen cinc, entre ellas un gran número de deshidrogenasas con nicotinamida adenina dinucleótido (NADH), ARN y ADN polimerasas y factores de transcripción del ADN, así como fosfatasa alcalina, superóxido dismutasa y anhidrasa carbónica. De tal modo que participa en la duplicación y desarrollo de las células, en la maduración sexual, en la fertilidad y reproducción, en la visión nocturna, en las defensas inmunitarias y en la agudeza del sentido del gusto, así como en el proceso de cicatrización de heridas. La formación de colágena depende del cinc. Este también es un compuesto de la insulina y al parecer incrementa la duración de la actividad de la insulina tras su inyección.

Los signos y los síntomas de la deficiencia de cinc incluyen anorexia, retraso del crecimiento, maduración sexual retrasada, hipogonadismo e hipospermia, alopecia, trastornos inmunológicos, dermatitis, ceguera nocturna, alteración del gusto (hipogeusia) y deterioro de la cicatrización de las heridas. Los primeros signos de deficiencia de cinc en niños con alimentación deficiente son crecimiento inferior al óptimo, anorexia y alteración del gusto. Las manifestaciones más graves de la deficiencia de cinc han sido descritas en enanos iraníes. Estos niños adolescentes, que consumían grandes cantidades de tiza, sufrían retraso del crecimiento y la maduración sexual y tenían anemia, hipogonadismo, hepatoesplenomegalia, piel áspera y letargo mental. Tras el tratamiento con una dieta bien equilibrada que contenía cantidades suficientes de cinc durante 1 año, apareció el vello púbico, los órganos sexuales aumentaron de tamaño, se reanudó el crecimiento lineal y se normalizó la piel.

La anemia respondió a los suplementos de hierro. Apareció deficiencia de cinc en algunos pacientes con cirrosis, porque la capacidad para retener el cinc se pierde.

Signos bioquímicos asociados con la deficiencia de cinc son niveles disminuidos de cinc plasmático (<70 mg/dl [$<10,7$ mmol/l]), fosfatasa alcalina, alcohol deshidrogenasa en la retina (lo que explica la ceguera nocturna), y testosterona plasmática, así como deterioro de la función de los linfocitos T, reducción de la síntesis de colágeno (que produce mala cicatrización de las heridas) y disminución de actividad de la ARN polimerasa en varios tejidos.

La valoración clínica de una deficiencia de cinc leve es difícil porque muchos signos y síntomas son inespecíficos. No obstante, si una persona mal nutrida tiene un nivel plasmático de cinc en el límite inferior o bajo, subsiste con una dieta alta en fibra y en fitato que contiene pan integral (que reduce la absorción de cinc), y tiene una sensación del gusto reducida, una respuesta linfocítica a los mitógenos alterada y una función hormonal gonadal reducida, entonces se debe sospechar una deficiencia de cinc y se debe ensayar el tratamiento con suplementos de cinc (15 a 25 mg/día).

Una deficiencia de cinc en la madre puede causar anencefalia en el feto. La deficiencia secundaria se presenta en hepatopatías, en estados de malabsorción y durante la nutrición parenteral prolongada. Las características pueden ser ceguera nocturna y letargia mental.

La acrodermatitis enteropática, un raro trastorno autosómico recesivo, antes mortal, es consecuencia de la malabsorción del cinc. El defecto implica la generación insuficiente de una proteína de transporte que hace posible la absorción de cinc en el intestino. Los síntomas suelen empezar tras el destete del lactante de la leche materna. Este trastorno se caracteriza por dermatitis psoriasiforme, pérdida del cabello, paroniquias, retraso del crecimiento y diarrea. La administración de 30 a 150 mg/día de sulfato de cinc por vía oral conduce a la remisión completa.

Los valores de referencia para el cinc son los siguientes.

Suero/plasma de 70 a 150 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Orina de 150 a 1,200 $\mu\text{g}/\text{d}$

E) SELENIO

El selenio (Se) forma parte de la enzima glutatión peroxidasa, la cual metaboliza los hidroperóxidos formados a partir de los ácidos grasos poliinsaturados. El selenio también forma parte de las enzimas que desyodan las hormonas tiroideas. En general, el selenio funciona como un antioxidante que actúa en conjunción con la vitamina E. Los niveles plasmáticos varían desde 8 a 25 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (1,0 a 3,2 $\mu\text{mol}/\text{l}$), en función de la ingesta de selenio.

La deficiencia de selenio es rara entre los seres humanos, incluso en Nueva Zelanda y Finlandia, donde la ingesta de selenio es de 30 a 50 $\mu\text{g}/\text{día}$, comparada con los 100 a 250 $\mu\text{g}/\text{día}$ en Estados Unidos y Canadá. En China, donde la ingesta de selenio es, en promedio, de 10 a 15 $\mu\text{g}/\text{día}$, la deficiencia de selenio aparece asociada a la enfermedad de Keshan, una miocardiopatía viral endémica que afecta a niños y mujeres jóvenes en ese país. Esta miocardiopatía puede prevenirse, pero no curarse, con suplementos de selenio de 50 $\mu\text{g}/\text{día}$. Pacientes que recibían NPT prolongada desarrollaron deficiencia de selenio con hipersensibilidad y dolor muscular que respondieron a un suplemento de seleniometionina.

F) MANGANESO

El manganeso (Mn) es un componente de varios sistemas enzimáticos, incluidas las glucosiltransferasas y la fosfoenolpiruvato carboxicinasa específicas de manganeso, y es esencial para la estructura del hueso normal. Participa bioquímicamente en la fosforilación oxidativa, el metabolismo de ácidos grasos y la síntesis de proteínas, colesterol y mucopolisacáridos.

La ingesta varía mucho en función principalmente del consumo de fuentes ricas en manganeso, como cereales sin refinar, verduras de hojas verdes y té. La ingesta habitual de este elemento es de 2 a 5 $\text{mg}/\text{día}$, y la absorción es del 5 al 10%.

Solo se han observado deficiencias de Mn en poblaciones recluidas, instituciones o desnutridos. Los signos de deficiencia incluyen mal funcionamiento reproductivo, retraso del desarrollo, formación anormal de huesos y afecciones de la tolerancia a la glucosa. Como el hígado mantiene la homeostasis del Mn, cualquier afección que interrumpa la circulación entero hepática provoca riesgo de dicha deficiencia.

La intoxicación por manganeso suele estar limitada a personas que trabajan en las minas y refinan el mineral; la exposición prolongada causa síntomas neurológicos que se asemejan al parkinsonismo o a la enfermedad de Wilson.

Aun no se logran progresos en el campo de la investigación de la función nutricional del manganeso debido a la falta de un método práctico para valorar el estado de dicho metal. Este se cuantifica en sangre y orina con métodos de espectrofotometría de absorción atómica.

G) MOLIBDENO

El molibdeno (Mo) es un metal de transición que forma óxidos y es un componente de una coenzima de pterina esencial para la actividad de la xantina oxidasa, la sulfito oxidasa y la aldehído oxidasa. La deficiencia de xantina oxidasa condicionada genéticamente fue descrita en 1967 en un niño con retraso mental, convulsiones, opistótonos y luxación del cristalino. Este trastorno era debido a la incapacidad del niño para formar la coenzima del molibdeno a pesar de la presencia de molibdeno suficiente.

La toxicidad por el sulfito debida a deficiencia de molibdeno se observó en un paciente con NPT prolongada que desarrolló taquicardia, taquipnea, cefalea, náuseas, vómitos y coma. Un estudio metabólico mostró altos niveles de sulfito y xantina y niveles bajos de sulfato y ácido úrico en sangre y orina, lo que llevó al diagnóstico. La administración de molibdato amónico en dosis de 300 mg/día i.v. condujo a una recuperación espectacular. Ambas deficiencias, la condicionada genéticamente y la nutricional, son raras. La ingesta de molibdeno varía desde 100 a 500 mg/día y se obtiene principalmente por la ingesta de vísceras, cereales integrales y legumbres.

El Food and Nutrition Board del NAS/NRC establece que una ingesta de molibdeno segura y suficiente es de 75 a 250 mg/día en los adultos y 25 a 75 mg/día en niños con edades de 1 a 6 años.

H) COBRE

El cobre (Cu) es un metal pesado cuyos iones libres son tóxicos. El cobre junto con el hierro, participa en la síntesis de la hemoglobina. Funciona en la formación de colágena y en la preservación del recubrimiento de mielina de las fibras nerviosas.

También participa en el desarrollo del esqueleto, en el funcionamiento del sistema inmunitario y en la formación de melanina o pigmentación y como componente de la enzima dismutasa de superóxido.

Las deficiencias de cobre son poco frecuentes en los humanos. Casi todas las dietas diarias contienen de 2 a 3 mg de cobre, de los cuales se absorbe aproximadamente sólo la mitad. Los pacientes con acortamiento del intestino y los lactantes que solo reciben leche de vaca son más vulnerables a dicha deficiencia. La absorción de cobre se ve afectada en enfermedades intestinales y en los que consumen elementos traza competitivos, como cinc y cadmio.

Todo el cobre absorbido por encima de las necesidades metabólicas se elimina a través de la bilis, probablemente por medio de los lisosomas hepáticos. Un adulto tiene en promedio unos 150 mg de cobre en el organismo, de los cuales unos 10 o 20 mg están en el hígado. El resto se distribuye en todo el organismo.

En la actualidad, no existe una prueba de laboratorio para valorar en forma adecuada el estado nutricional de cobre. Los niveles de Cu en suero se cuantifican mediante métodos de espectrofotometría de absorción atómica, pero la concentración de cobre en circulación no constituye un indicador válido de su estado.

Las investigaciones actuales indican que es probable que la actividad de la enzima dismutasa de superóxido en los eritrocitos realmente sea útil en el futuro para valorar el estado de Cu. Sin embargo no se emplea en forma rutinaria.

Los valores de referencia para el Cu son los siguientes:

Suero

Varones 71- 140 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Mujeres 80 – 155 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Mujeres embarazadas 120 – 300 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

3.2.8 IMPEDANCIOMETRÍA

La impedanciometría bioeléctrica es una técnica no invasiva e indolora de fácil realización, que es utilizada para la determinación de la composición corporal. Se realiza mediante la aplicación de una corriente eléctrica alterna de bajo voltaje al cuerpo del individuo, el cual actúa como conductor, así podemos medir la resistencia y la reactancia que son los dos componentes de la impedancia, la que está fuertemente correlacionada con el volumen de agua total corporal, y por lo tanto también con la masa libre de grasa, que es la que contiene principalmente el agua y los electrolitos. Una vez determinada la masa libre de grasa podemos conocer por diferencia respecto del peso total corporal la masa grasa (42).

A) BASE TEÓRICA

La impedancia en un sistema geométrico está relacionada con el largo del conductor, su área de sección transversal y con la frecuencia de la señal. Si se mantiene constante la configuración del conductor y la frecuencia de la señal, la impedancia al flujo de la corriente eléctrica puede relacionarse entonces con el volumen del conductor.

En los sistemas biológicos los volúmenes determinados eléctricamente están inversamente relacionados a la impedancia, resistencia y reactancia. Debido a que la magnitud de la reactancia es pequeña en comparación a la resistencia, esta última resulta ser un mejor predictor del volumen en un sistema biológico. Sin embargo, la aplicación de los principios físicos generales no ha estado exento de dificultades ya que el cuerpo humano posee una geometría compleja y características eléctricas particulares, es así como la teoría se ha apoyado fuertemente en relaciones de tipo empírico entre los parámetros físicos y biológicos.

De esta forma se ha llegado a relacionar la impedancia al flujo eléctrico de una corriente aplicada, con el volumen (cuerpo humano), el cuadrado del largo del conductor (talla del individuo) y la observación práctica de que el agua total corporal y la masa libre de grasa, están fuertemente correlacionadas con el cociente de la talla al cuadrado y la resistencia (T^2/R), donde la resistividad o impedancia se mide usando un sistema tetrapolar que permite finalmente determinar la composición corporal (42,46).

B) CONDICIONES DE LA MEDICIÓN

Esta técnica requiere para su aplicación que el paciente esté en ayunas, que no ingiera líquidos a lo menos cuatro horas previas a la medición, y que el individuo no haya sido sometido a un ejercicio físico fuerte, a fin de mantener una situación hidro-electrolítica estable. El individuo deberá permanecer en reposo durante unos minutos en posición decúbito supino, y se pondrán electrodos en el dorso del pie y de la mano derecha para luego aplicar un estímulo eléctrico indoloro.

B) APLICACIONES

El análisis de impedanciometría eléctrica (BIA) ha demostrado buena correlación con las técnicas clásicas para el estudio de la composición corporal como son la densitometría por inmersión, la dilución isotópica, y la determinación de pliegues cutáneos. Debido a esto, y a la sencillez de su realización ha tenido una aplicación clínica creciente para la evaluación de la estructura corporal de pacientes con diversas patologías que afectan el estado nutricional. La aplicación de la bioimpedanciometría abarca diversas áreas como la nutrición clínica, nefrología, hemodiálisis, endocrinología, etc.

Existen fundamentalmente dos métodos de impedancia bioeléctrica y que se diferencian en el tipo de frecuencia del estímulo eléctrico aplicado al individuo. La impedanciometría de frecuencia única que trabaja a una frecuencia de 50 Khz., y la de múltiple frecuencia que abarca frecuencias desde 100 Khz. a 1000 Khz.

A diferencia de la impedanciometría de frecuencia única que sólo permite medir agua corporal total, la impedanciometría de múltiple frecuencia permite discriminar entre agua extra e intracelular permitiendo la cuantificación del volumen de estos compartimentos, así como la estimación de la masa celular corporal (BCM) y la masa extracelular (ECM), ya que la aplicación de altas frecuencias logran la penetración de la membrana celular.^(42,46,47)

Para la medición de los diferentes parámetros de impedancia bioeléctrica se deben seguir las normas y condiciones recomendadas en la bibliografía (Kushner et al, 1996; Lukaski, 1986; National Institute of Health Technology Assessment Conference Statement, 1994).

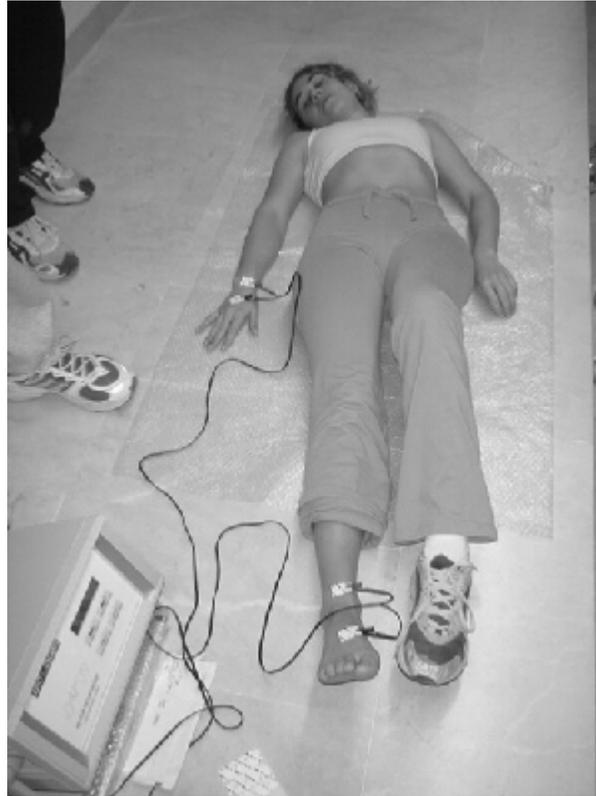


fig. 3.22 Colocación de los electrodos en el paciente.

Se introduce una corriente de $800 \mu\text{A}$ en monofrecuencia ó a las 5 *frecuencias* referidas anteriormente, a través de dos, de los cuatro electrodos, colocados homolateralmente en muñeca y pie, con el sujeto en posición de decúbito supino, con las piernas separadas en un ángulo de 45° y los brazos ligeramente separados del tronco en un ángulo de aproximadamente 30° .

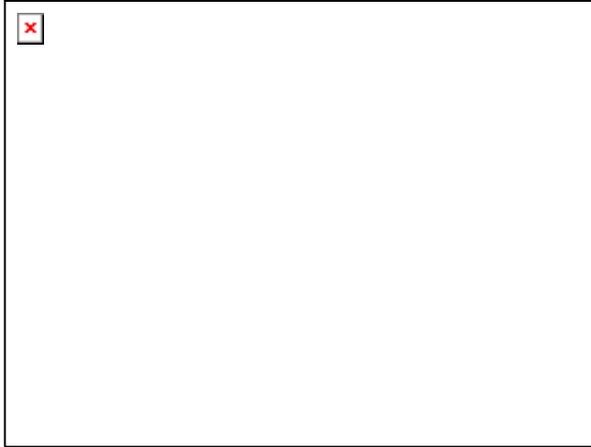


fig- 3.23 Colocación de los electrodos en la mano

Los 4 electrodos (dos transmisores y dos receptores) se colocan homolateralmente, en el lado derecho, como se señaló anteriormente sobre la superficie dorsal de la mano y del pie, en las siguientes posiciones: los distales, en la articulación metacarpo falángica y metatarso falángica y los proximales, en la posición mediana entre la eminencia distal del radio y del cúbito de la muñeca y entre el maléolo lateral y medial del tobillo. (46)



fig. 3.24 Colocación de los electrodos en el pie

La distancia entre ambos electrodos debe de ser constante (desde el centro del mismo) de 5 cm en la mano y de 6 cm en el pie.

Antes de ser colocados los electrodos se limpia cuidadosamente la zona con alcohol. Los electrodos se conectan directamente al “*pletismógrafo*” ó *impedanciometro programable* que emite la corriente y luego refleja en una pantalla cada una de las variables medidas, según las frecuencias programadas.

Previamente se puede realizar un control de calidad del *pletismógrafo* en una submuestra de 25 individuos para determinar la precisión y reproductividad de las mediciones.

D) INSTRUCCIONES PREVIAS ⁽⁴⁹⁾

Se deben de seguir rigurosamente las siguientes recomendaciones:

- El sujeto a ser evaluado no debía ingerir líquidos ni alimentos en un período de 4 horas antes del análisis (se realizó en ayunas).
- No debía haber realizado ejercicios físicos las 12 horas previas al análisis.
- No debía haber ingerido alcohol 48 horas antes del análisis.
- No podía estar en tratamiento farmacológico con diuréticos, en el momento de la evaluación.
- No se realizaron análisis de impedancia bioeléctrica durante procesos febriles.
- La temperatura de la sala se mantuvo por debajo de los 35° C.
- Se retiran del sujeto a evaluar, todos los objetos metálicos (relojes, pulseras, joyas, etc.).

3.2.9 DILUCIÓN ISOTÓPICA ⁽⁶⁰⁾

El conocimiento de que el agua ocupa una fracción relativamente constante de 73.2% en la masa libre de grasa, y de que ésta se encuentra presente en cantidades despreciables en los depósitos grasos, ha estimulado el uso de la determinación de agua total corporal como un índice de la composición corporal humana.

El método ha involucrado la utilización de isótopos radiactivos, tales como el hidrógeno, deuterio y tritio para la cuantificación de los volúmenes de agua corporal en sujetos sanos y enfermos.

Estos elementos radiactivos deben ser medidos con algún sistema analítico apropiado como los contadores de centelleo para el tritio y la cromatografía de gas, espectrometría de masa y absorción infrarroja para el deuterio.

La técnica asume que la distribución e intercambio de estos isótopos es igual a la del agua corporal, y que las cantidades de isótopos usadas no son tóxicas para el organismo.

El procedimiento típico usando tritio o deuterio implica la ingestión oral o endovenosa de una cantidad específica de trazador que dependerá básicamente del sistema analítico utilizado, y del objetivo de la investigación realizada, se necesita de un período de equilibrio en que el trazador se distribuye en el organismo, que depende de las características de la muestra estudiada ; en hombres y mujeres sanos el equilibrio del deuterio en saliva, plasma, y orina ocurre después de dos horas de la ingestión del trazador, y la concentración en estos fluidos permanece constante durante unas tres horas.

Finalmente debe considerarse un período de muestreo destinado a la recolección adecuada de los fluidos biológicos. El cálculo del agua total está basado en una relación simplificada:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Donde C_1V_1 es la cantidad de trazador dado,

C_2 es la concentración final en un fluido biológico, y

V_2 es el volumen de agua total corporal.

Es importante la realización de correcciones debido a las pérdidas de trazador por vía urinaria.

3.2.10 DENSITOMETRÍA POR INMERSIÓN

La evaluación de la composición corporal por medición de la densidad total corporal es un método común usado en personas sanas. Este método asume al cuerpo, compuesto por dos elementos diferentes (grasa y masa libre de grasa), y que es posible determinar estos componentes a partir de la medición de densidad total corporal. La aplicación de este método lleva implícito el reconocimiento de algunas asunciones fundamentales; la composición química del cuerpo es tomada como relativamente constante, de forma que la densidad de la masa libre de grasa difiere sustancialmente de la grasa (1,1 v/s 0,9 gr./cc).

Otro elemento considerado es un nivel constante de hidratación y una proporción fija de mineral óseo en el músculo de la masa libre de grasa. Estas asunciones fueron cuestionadas por algunos investigadores, estableciéndose una variación de 1a3 % en el contenido de agua de la masa libre de grasa, y también una variación en el contenido de mineral óseo que debe ser considerado en la aplicación de la técnica. Considerando estas variaciones se pudo estimar un error teórico de 3 a 4 % para la predicción de la grasa, usando densitometría en una población determinada.

La técnica más ampliamente utilizada para medir la densidad total corporal es la medición del volumen corporal de acuerdo al principio de Arquímedes, el cual establece que el volumen de un objeto sumergido en el agua es igual al volumen de agua que el objeto desplaza. Esta técnica permite obtener el volumen aparente del cuerpo mediante su inmersión en un depósito con agua, con el fin de no perder precisión, se hace necesaria la medición del volumen pulmonar residual al momento de la inmersión, así como del volumen de gas gastrointestinal.

El sistema de peso por inmersión utiliza un estanque de acero inoxidable que cuenta con niveles especialmente ubicados, los que están asociados a un sistema de válvulas que permite medir de modo simultáneo el volumen residual pulmonar. El método logra medir en forma rápida y reproducible la masa en el agua, mientras el sujeto mantiene el control durante el tiempo que está sumergido.

Una variante de esta misma técnica para evaluar el volumen corporal mide el volumen de agua desplazada, más que la pérdida de peso en el agua. El agua desplazada es medida cuando el sujeto es completamente sumergido, el aumento en el nivel del agua es determinado usando una bureta previamente calibrada conectada al estanque.

Una gran cantidad de datos de composición corporal han sido obtenidos del uso de la técnica hidro-densitométrica, sin embargo su uso requiere, a veces, de largos períodos de tiempo necesarios para desensibilizar a los sujetos al procedimiento, con el fin de obtener estimaciones de composición corporal válidas y reproducibles.

3.2.11 CALORIMETRÍA DIRECTA

Mide la producción de calor en términos del cambio de temperatura que se produce en un medio. Como tal, cuantifica la cantidad de calor disipado por el cuerpo y requiere poca cooperación del sujeto. Sin embargo el equipo es costoso, grande e inmóvil. Por otra parte durante las mediciones se coloca al apaciente en una cámara, por lo que éste se encuentra inaccesible. Por lo que muy pocas veces se utiliza este método en la practica clínica.⁽⁶¹⁾

3.2.12 CALORIMETRÍA INDIRECTA

Permite determinar el calor producido por procesos oxidativos, se mide el intercambio de gases por medio del consumo de oxígeno y la producción de bióxido de carbono. Puede realizarse con facilidad a la cabecera del paciente con unidades móviles y pequeñas de circuito cerrado o abierto. Con esta última, el paciente toma aire del ambiente, en tanto que el aire exhalado se recolecta para mediciones volumétricas. Este volumen de gas se corrige con respecto a las condiciones estándar y se analiza su contenido de oxígeno y de bióxido de carbono. Las cifras se utilizan a continuación para calcular el consumo de oxígeno y la producción de bióxido de carbono.

En el método de circuito cerrado se aísla a la persona del aire externo y, en la mayor parte de los casos, ésta respira oxígeno puro de un recipiente; a medida que exhala gas, elimina el bióxido de carbono. En este sistema, la disminución en el volumen de gas se relaciona de manera directa con el índice de consumo de oxígeno y, por consiguiente, puede usarse para calcular la frecuencia metabólica.

El intercambio de gases se ha utilizado para medir la influencia de diversos estados metabólicos, así como los efectos de enfermedades y lesiones. Además de medir el gasto de energía la Calorimetría Indirecta ha permitido calcular los índices de oxidación de los carbohidratos, lípidos y proteínas, según se reflejan en el cociente respiratorio.

La calorimetría indirecta desempeña una función importante en el apoyo nutricional, pues los cambios en el peso corporal y el consumo de oxígeno guardan una correlación estrecha. A medida que una persona baja de peso, el consumo de oxígeno disminuye de forma previsible. Por otra parte, el índice de consumo de oxígeno aumenta de acuerdo con la realimentación. Por estos motivos, las mediciones del consumo de oxígeno en pacientes desnutridos pueden utilizarse para determinar la gravedad de su agotamiento de reservas en relación con su peso y composición corporal normales. La calorimetría indirecta permite calcular con exactitud el gasto diario de energía de individuos con enfermedad crítica cuando las formulas estándar son imprecisas; esto es de gran utilidad en la atención de personas hospitalizadas que han perdido una cantidad considerable de peso y aun sufren agresión catabólica a causa de infección o traumatismo.⁽⁵⁶⁾

3.2.13 ACTIVACIÓN DE NEUTRONES

Mediante un grupo de técnicas que se conocen como *cuantificación corporal total y análisis de activación de neutrones in vivo* pueden medirse el potasio, nitrógeno, fósforo, hidrógeno, oxígeno, carbono, sodio, cloruro y calcio. Los contadores corporales totales con protección miden el ^{40}K que ocurre de forma natural. Los valores de este elemento pueden utilizarse para determinar el potasio corporal total, que se utiliza entonces para calcular la masa celular del cuerpo y la masa corporal sin grasa.

El análisis de la activación corporal total de neutrones *in vivo* es una técnica analítica directa que se basa en reacciones nucleares más que en reacciones químicas. El paciente recibe un haz moderado de neutrones rápidos. La captura de neutrones por los átomos de aquellos elementos que se eligieron como blanco crea isótopos inestables como ^{49}Ca y ^{15}N .

Los isótopos se revierten a su condición estable de referencia mediante la emisión de uno o más rayos gamma de energía característica. La energía emitida identifica un elemento específico, en tanto que el nivel de actividad muestra su abundancia.^(3, 60)

El contenido corporal total de huesos y minerales celulares, proteínas y grasa puede inferirse a partir de estas mediciones. Los sistemas de activación de neutrones se calibran con respecto a varios modelos que se utilizan para valorar la precisión de los instrumentos. Si el isótopo tiene una vida media muy breve (p.ej., el ^{15}N , cuya vida media es de 10 a 15 s), la determinación de rayos gamma procede de manera simultánea y se designa como *análisis inmediato de activación de neutrones gamma*; puede usarse para medir los totales corporales de nitrógeno e hidrógeno.

El nitrógeno corporal total permite calcular las proteínas totales del cuerpo. Si las emisiones de rayos gamma son más largas (p.ej., el ^{40}C , cuya vida media es de 8.7 min.), la técnica se conoce como *análisis demorado de activación de neutrones gamma*,, permite medir calcio, sodio, cloruro y fósforo totales del cuerpo. Estos elementos se usan para determinar la masa mineral ósea y el volumen del líquido extracelular.

Por último, los métodos inelásticos de dispersión de neutrones miden el carbono total del cuerpo, que es útil en modelos cuyo objetivo es cuantificar la grasa corporal total ⁽⁶⁰⁾.

2.2.14 LA INMUNOCOMPETENCIA

La inmunocompetencia constituye un barómetro sensible y funcional de la nutrición y por ello se relaciona estrechamente con la desnutrición, la cual manifiesta una incidencia elevada en el mundo. El tejido linfoide muestra una atrofia marcada, fundamentalmente en el timo y por ello existe una notable disminución de la respuesta inmune mediada por células. Existen afectaciones en algunos mecanismos inductores inespecíficos relacionados con la inflamación como la fagocitosis y el complemento. La desnutrición disminuye la liberación de algunas citocinas y en particular, de las proinflamatorias, así como de proteínas de fase aguda.

La inmunidad de mucosas muestra afectaciones mediante la disminución de IgA secretora y la manipulación dietética es capaz de lograr resultados alentadores.

El estudio de la interacción entre malnutrición proteico-energética y el sistema inmune ayuda a la prevención y el tratamiento de este problema de salud, de elevada frecuencia a nivel mundial (48).

La relación entre el estado nutricional y el sistema inmune ha cobrado una importancia relevante en los últimos años, teniendo en cuenta que una amplia variedad de nutrientes esenciales para garantizar una adecuada salud, tienen un impacto sobre la inmunocompetencia del huésped.

Cualquier análisis de los efectos de las deficiencias nutricionales sobre la respuesta inmune tiene que ser entendida en el marco de 2 aspectos fundamentales; en primer lugar, debe tenerse en cuenta la heterogeneidad y complejidad de las células inmunocompetentes, sus subpoblaciones, sus activadores como las citocinas e interferones, sus sistemas inductores-reguladores como el complemento y la necesaria interacción entre todos sus componentes, para que esa respuesta inmune sea fisiológicamente normal. Es necesario considerar además, que la malnutrición es un síndrome complejo donde pueden coexistir deficiencias de diferente naturaleza simultáneamente. Por lo tanto, la afectación de diversos componentes del sistema inmune puede ser el resultado de una o más deficiencias nutricionales del individuo.

A) PRUEBAS INMUNITARIAS

La asociación entre el estado nutricional y las infecciones ha sido reconocida por tiempos inmemoriales; sin embargo, no fue hasta a mitad del siglo pasado cuando se dispuso de técnicas de laboratorio necesarias para evaluar esta relación.

Aunque todas las entidades del sistema inmunitario interactúan entre sí, para su estudio éste se divide en dos áreas: la *resistencia no específica o innata* y la *resistencia específica o adquirida*. La resistencia no específica incluye las barreras del organismo (la piel, las mucosas, las vellosidades), algunas proteínas (como las opsoninas), la cascada del complemento, la transferrina, la lisozima y algunas células (como los fagocitos).

La resistencia específica, a su vez, se divide en *humoral*, que comprende a los linfocitos B y las inmunoglobulinas, y *celular*, que engloba a los linfocitos T y sus subpoblaciones, las células asesinas naturales (NK, por su nombre en inglés: *natural killer*) y las proteínas de intercomunicación celular o citocinas. Cuando hay desnutrición o existe deficiencia de algún nutrimento, hay trastornos en prácticamente todas estas entidades.

La desnutrición ocasiona la involución de las estructuras linfoides, con la subsecuente reducción en el número total de linfocitos y la alteración en la función inmunitaria celular.

De las numerosas pruebas inmunológicas que pueden utilizarse para la valoración nutritiva, sólo el recuento linfocítico total y las pruebas cutáneas son bastante sencillas y reproducibles para aplicarse en la valoración y metabólica sistemática. Cuando la cuenta de linfocitos es menor a mil células por milímetro cúbico, se asocia con la gravedad de la desnutrición; sin embargo, esta condición celular también puede ser alterada por infecciones.

Cabe señalar que diversas deficiencias vitamínicas tienen impacto sobre la respuesta inmunitaria.

La deficiencia de la vitamina A se ha relacionado con la reducción en el número de leucocitos, células NK y anticuerpos IgG e IgE contra antígenos específicos; un peso menor del tejido linfoide, y una disminución en la función del complemento y de las células T.

La deficiencia del ácido ascórbico disminuye la actividad fagocítica, las reacciones de hipersensibilidad cutánea retardada y la reparación tisular.

La deficiencia de vitamina D altera las funciones de desarrollo de los monocitos, los macrófagos y la fagocitosis, a su vez suprime de manera selectiva una rama de la actividad de las células T.

Asimismo, se cree que una reducción en la proliferación de los linfocitos y la función fagocítica puede estar asociada con deficiencia de la vitamina E. En tanto, las deficiencias del grupo de las vitaminas B reducen la respuesta de los anticuerpos, la proliferación de los linfocitos y la función fagocítica en general.

El estudio de la función de los linfocitos *ex vivo* interesa cada vez más a los científicos.

Los cambios en el índice de proliferación, citotoxicidad, producción de citocinas o elaboración en respuesta a la intervención nutricional quizá sean en última instancia medidas útiles de la potencia inmunológica.

La desnutrición disminuye la síntesis de proteínas de fase aguda que ayudan al organismo a sobrevivir en durante situaciones de agresión, infección o lesión. Como hemos visto casi todos los mecanismos de defensa disminuyen ante la desnutrición (48).

Cabe señalar que, muchos procesos patológicos y tratamientos farmacológicos pueden alterar la competencia inmunológica de manera inespecífica. De tal modo que ha tenerse en cuenta cuando se valore el estado inmunológico.

3.2.15 AGUA TOTAL CORPORAL

La grasa no contiene agua, pero sí la masa libre de grasa, en la proporción de 73,2 por 100. Por tanto, midiendo el agua total corporal puede deducirse la cantidad de masa libre de grasa.

Para ello se utilizan dosis trazadoras de agua, marcadas con H 2 (deuterio), H 3 (tritio) u O 18 (isótopo estable de oxígeno), administradas por vía oral o intravenosamente y se espera que se equilibre en los distintos compartimientos, midiéndose después las concentraciones de isótopos en suero, orina, saliva o aire espirado. La cantidad de agua total corporal se calcula según las diluciones observadas (1).

3.2.16 CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA CORPORAL TOTAL (TOBEC)

El método TOBEC está basado en los cambios que tiene lugar en la conductibilidad eléctrica de un sujeto cuando se coloca en un campo electromagnético. La técnica depende de las diferencias en la conductibilidad eléctrica y en las propiedades dieléctricas del tejido graso y del no graso.

El sujeto en estudio se coloca en el interior de una bobina seleneoidal por el que se hace pasar una corriente de 5 MHz de frecuencia. Ésta induce una corriente en el sujeto, que crea un campo magnético secundario.

El campo electromagnético de esta bobina induce una corriente eléctrica de cualquier material conductor introducido en su interior.

Esta corriente eléctrica depende de la composición y concentración de los electrólitos de cualquier material conductor introducido en su interior. En la práctica el instrumento mide la diferencia de la impedancia de la bobina cuando está vacía y cuando un individuo ha sido colocado en su interior. La diferencia se divide por el peso del sujeto. Esta conductividad es proporcional a la masa libre de grasa.

El sujeto se introduce en la bobina en una camilla que se mueve a lo largo de la bobina. El instrumento hace mediciones en múltiples puntos del recorrido de la camilla. Cada sujeto produce unos valores que representan una curva específica. Esta curva se ajusta según un desarrollo en serie de Fourier y se utiliza para resolver una ecuación basada en datos de densitometría bajo el agua.

Las limitaciones de este método son su coste, el espacio requerido para su instalación, influencia de las variaciones de la morfología corporal, dependencia de las ecuaciones de predicción a partir de otros métodos de ACC, dificultad para estudiar a sujetos con problemas de movilización, entre otros. A su favor está su buena precisión, carácter no radiactivo y requerimiento escaso de colaboración por parte del sujeto analizado. Esta tecnología no está muy extendida. Es un método engorroso y caro en el que se han depositado muchas esperanzas en niños, sobre todo hospitalizados (49).

3.2.17 MÉTODOS DE IMAGEN CORPORAL

Se incluyen aquí la absorciometría radiológica de doble energía, ecografía, tomografía computarizada y resonancia magnética.

A) Ultrasonidos

Los ultrasonidos son ondas de energía similar al sonido audible. Sin embargo, debido a la frecuencia que utiliza, no son audibles. En el tejido humano, los ultrasonidos se mueven con una velocidad media, la cual varía dependiendo del tipo de tejido. Las ondas de ultrasonidos se mueven más lentamente a través de la grasa.

Las ondas viajan a través de los tejidos, estas se propagan dentro del paciente, donde es parcialmente reflejado y parcialmente transmitido por los tejidos que se encuentra.

La energía reflejada regresa al transductor y se produce la vibración del cristal que contiene, estas vibraciones se transforman en corriente eléctrica por el cristal y después son amplificadas.

El circuito receptor determina la profundidad del tejido debido al tiempo de transmisión. De tal forma que permite establecer los límites de los tejidos adiposo, muscular y óseo (55).

Sin embargo no es una técnica muy utilizada a pesar de su facilidad y buena reproducibilidad.

Con este método se puede medir y monitorizar el grosor del pániculo adiposo y del tejido muscular utilizando ondas de alta frecuencia inocuas para el organismo. Aunque es un método sencillo, no presenta resultados más precisos que los obtenidos por antropometría. Sin embargo puede ser útil en pacientes con obesidad mórbida, en los que es muy difícil medir la grasa subcutánea con el calíper.

B) Tomografía axial computarizada (escán CT o escán CAT)

Un escán CAT, toma imágenes transversales múltiples a ciertas áreas en particular. De ahí, una computadora reconstruye y combina estas imágenes digitales con diferentes gamas de grises, de gris claro a gris muy oscuro, dependiendo de si el CT está examinando, líquido, gas, grasa o hueso. Se puede dar material de contraste con un escán CT para ayudar a definir los vasos sanguíneos o áreas de tejido blando. La computadora reconstruye las imágenes presentándolas de forma tridimensional

Esta técnica puede proporcionar datos acerca de la composición corporal, especialmente en regiones anatómicas determinadas, más que en el cuerpo entero.

Para obtener mejor información las imágenes obtenidas pueden ser evaluadas con *software* diseñado para el análisis de imagen. La TC se puede emplear para valorar el volumen de órganos, distribución del tejido graso subcutáneo y visceral o composición de miembros. En el brazo proporciona resultados más exactos que la antropometría en pacientes obesos (45).

Tiene el inconveniente de ser cara, precisar tiempos de exploración prolongados y someter a radiaciones ionizantes al sujeto.

C) Resonancia magnética (RM)

Una RM no es una placa de rayos x, sino la creación de imágenes del cuerpo entero de una persona o de un miembro, que se consigue colocando al paciente en un campo magnético que tiene la capacidad de producir una imagen. Básicamente lo que sucede es que los impulsos magnéticos, alinean moléculas en una dirección en particular, al encender y apagar el campo magnético. De esta forma se crean imágenes.

Es un método seguro y preciso para evaluar la composición corporal y es capaz de discriminar el tejido adiposo con gran precisión, si bien la reproducibilidad de las determinaciones es inferior a la obtenida con la TC. La RM es muy precisa para valorar el tejido magro, especialmente en los miembros y tiene gran correlación con la densitometría.

El principal inconveniente es el coste del equipo y que su realización requiere un tiempo prolongado ⁽⁴⁹⁾.

D) INFRARROJO PRÓXIMO

Tomando como referencia la densitometría, se trata de un método que tiene menos precisión que otros de los que pueden utilizarse en la clínica. Consiste en la irradiación de los tejidos con un haz de radiación luminosa próxima a los infrarrojos y la medición de la densidad óptica de la radiación reflejada. La radiación detectada dependerá de las características del tejido en donde se aplica, habitualmente en el área del bíceps. Los resultados obtenidos se incorporan a una regresión que también incluye peso, talla, edad, sexo y actividad, para calcular finalmente la grasa corporal. Es un método poco difundido por varios inconvenientes. La penetración de los rayos no es mayor de 1 cm de tejido blando, por lo que se pueden producir errores en paciente obesos. Por otra parte, hay que asumir que la determinación en el bíceps es una buena representación del cuerpo entero.

Tampoco se han establecido las características de la absorción y emisión de rayos infrarrojos de la MLG. Como sustituto se emplean los datos correspondientes al agua y se asume que el contenido de agua de la MLG es del 73 %. La precisión de esta técnica es inferior a las obtenidas por antropometría e impedancia. Por otro lado, es una técnica no muy cara, no invasiva y repetible en estudios longitudinales ⁽⁴⁹⁾.

3.2.18 MÉTODOS DENSITOMÉTRICOS

A) Hidrodensitometría o pesado bajo el agua

Está basado en el principio de Arquímedes y es el método más exacto para medir de forma directa la densidad corporal total mediante la determinación del volumen. Este método divide al cuerpo en MG y MLG, y midiendo la densidad corporal total y utilizando unas fórmulas establecidas se pueden calcular estos dos compartimientos. Esta técnica exige reunir en el área de investigación un tanque de agua caliente con el volumen necesario para estudiar individuos de envergadura diferente, con un sistema para comprobar el peso bajo el agua, una balanza para obtener el peso en el aire, vestuario y ducha. Estas características limitan a esta técnica al ámbito de los laboratorios de fisiología y hace que sea poco útil en la práctica clínica.

Además, es difícil de aplicar en niños, enfermos encamados, ancianos, personas extremadamente delgadas, edematosas o mujeres embarazadas. En su realización se invierte mucho tiempo.

Su mayor interés radica en ser uno de los métodos de referencia para validar otras técnicas de ACC más sencillas y aplicables a la práctica diaria.

B) Pletismografía acústica

La pletismografía es una técnica densitométrica en la cual el volumen del individuo se determina midiendo los cambios en la presión que se generan en una cámara cilíndrica cerrada. La pletismografía acústica es un método que se utiliza desde hace unos años. Su principio reside en el hecho de que la frecuencia resonante es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del volumen de aire que existe en su interior. Se coloca una fuente de sonido en un orificio de la cámara y se monitoriza su intensidad por medio de un micrófono. Según la frecuencia e la señal, se modifica la señal acústica. La intensidad del sonido en el interior alcanza una frecuencia inversamente proporcional a la raíz cuadrada del volumen del aire existente en la cámara ⁽⁶⁰⁾.

C) Pletismografía de desplazamiento de aire

Los pletismógrafos, tanto el acústico como el aéreo, evitan la sumersión en el agua y permiten conocer el volumen corporal total, utilizando el desplazamiento de agua o de aire que establece un individuo colocado en una cámara (60).

D) Absorciometría radiológica de doble energía

Empleada con profusión en la valoración de la masa ósea, es capaz de estimar con precisión la masa grasa y la masa libre de grasa. Divide, por tanto, al organismo en tres compartimientos. Esta técnica está basada en la diferente atenuación que experimentan dos haces de rayos X de diferente energía al atravesar los distintos tejidos del organismo.

El contenido de mineral óseo y la masa de tejidos blandos se calcula a partir de la atenuación de las dos energías fotónicas resolviendo un sistema de dos ecuaciones simultáneas. Posteriormente, los algoritmos incluidos en el *software* del aparato permiten dividir la masa de tejidos blandos en libre de grasa y grasa (20).

Se trata de una técnica sencilla, que requiere mínima colaboración por parte del paciente. El sujeto se coloca en decúbito supino y debe permanecer sin moverse durante toda la exploración.

La posición del paciente en el aparato es un factor muy importante en la realización de la técnica. La radiación a la que se somete al niño es muy pequeña (0,05-1,5 mrem), mucho menor que la asociada a la utilización de técnicas radiológicas convencionales (oscilan entre 25-270 mrem). Su mayor inconveniente es que existen diferentes aparatos con varias versiones de *software*, por lo que no se obtienen resultados idénticos. El tiempo variará según el tipo de aparato.

Las nuevas generaciones de aparatos reducen su tiempo hasta 5 minutos. Esta técnica permite valorar la composición corporal con gran precisión y ha demostrado buenas correlaciones entre la medición de la grasa corporal y la densitometría, y, además, permite diferenciar entre distintas regiones corporales (49).

4.0 MÉTODOS DE EVALUACION NUTRICIONAL EN DIFERENTES SITUACIONES CLINICAS

Hasta ahora hemos revisado los métodos de evaluación nutricional que pueden ser empleados para la mayoría de las personas, sin embargo en diversas etapas de la vida o ante determinadas condiciones fisiológicas será necesario realizar de manera especial otros métodos de evaluación nutricional.

4.1 PEDIATRIA

En los niños y especialmente durante el primer año de vida, debido a la gran velocidad de crecimiento, cualquier factor que altere este equilibrio repercute rápidamente en el crecimiento. Por esta razón, el control periódico de salud constituye el elemento más valioso en la detección precoz de alteraciones nutricionales, ya que permite hacer una evaluación oportuna y adecuada.

En niños hospitalizados o con patologías asociadas es importante incorporar indicadores que ayuden a la detección de la desnutrición visceral y las carencias específicas.

La evaluación del estado nutricional debe incluir:

- Historia médica y dietética (Anamnesis nutricional)
- Examen físico, incluyendo antropometría
- Exámenes de laboratorio

Dado que las características en la composición corporal y física son diferentes a la de los adultos, el método de elección para los niños menores de dos años es el perímetro cefálico.

Se considera que en los niños menores de dos años la medición del perímetro cefálico es un indicador de la masa cefálica y además es un indicador indirecto del estado de nutrición ⁽⁵⁾. Una de las ventajas de esta medición es que en manos de personal correctamente adiestrado, su coeficiente de variación es muy pequeño, apenas el 0.02 y para su determinación solo se requiere de una cinta métrica.

4.2 PACIENTES CON CANCER

La pérdida de peso corporal es un fenómeno frecuente en pacientes con cáncer, particularmente en presencia de enfermedad avanzada o cuando la respuesta a las terapias antitumorales resulta insuficiente.

La evaluación nutricional de pacientes con cáncer y otras enfermedades crónicas incluye diversas dimensiones o niveles, cabe señalar que los diferentes tipos de cáncer merecen individualmente un tipo de evaluación, sin embargo los métodos siguientes son los que generalmente se utilizan debido a sus ventajas: ⁽⁵¹⁾

- Anamnesis nutricional, en la que se registran las alteraciones en el valor calórico y la calidad y cantidad de nutrientes ingeridos, la presencia o no de trastornos del gusto, de la deglución y de la digestión de alimentos, intolerancias, ritmo de alimentación, etc., a diferencia de cualquier otro tipo de paciente habrá que establecer con mucho mayor cuidado los tiempos en los que ocurrieron los eventos.
- Estudios antropométricos: peso, talla, circunferencia del brazo, pliegue del tríceps. Estos estudios brindan una valoración inicial para estimar la masa grasa y la masa muscular.
- impedancia eléctrica - permite estimar la masa grasa y magra (muscular) en base a la resistencia (impedancia) ofrecida al paso de corriente eléctrica de baja intensidad y voltaje.
- estudios de laboratorio - ninguno suficiente por sí solo - entre los que suelen citarse la albúmina y transferrina como proteínas representativas, la proteína-C-reactiva como indicadora del status "inflamatorio", y la determinación de la excreción urinaria de creatinina en 24 horas

Este tipo de evaluación, en manos de profesionales expertos (Lic en Nutrición, y médicos especialmente entrenados, así como actualmente el Químico farmacéutico biólogo) permite estimar la magnitud de la depleción nutricional y, aplicada en forma repetida, ayuda a valorar el impacto de eventuales intervenciones terapéuticas.

Se estima que estas medidas pueden reducir la tasa de complicaciones post-operatorias en un 10%, a la par que se aumenta la funcionalidad, y en ocasiones se reduce la estadía en internación ⁽⁵¹⁾.

4.3 PACIENTES CON SIDA

En primer lugar, recomiendan que apenas se diagnostique la enfermedad, los pacientes consulten con un especialista en nutrición para que se les realice una evaluación nutricional. La finalidad de la misma será la de contar con una base para comparar evaluaciones futuras, y así monitorear la evolución de la enfermedad.

Los datos de antropometría, composición corporal, y los datos bioquímicos se encuentran entre los factores que deberían integrar la evaluación nutricional, estos métodos se realizan del mismo modo como hemos venido exponiendo.

Sin embargo, si el paciente se encuentra en un estadio avanzado de la enfermedad, cobra mayor importancia la evolución de la historia médica, es decir como fue progresando la enfermedad y que complicaciones asociadas fueron apareciendo.

Es importante conocer también, el tipo de medicamentos que consume, ya que existen numerosas interacciones entre algunas drogas y nutrientes, además de los efectos colaterales que pueden afectar el estado nutricional. Por ejemplo la anemia producida por medicamentos y la dislipemia (o aumento de las grasas en sangre) son efectos potenciales de la medicación antiHIV. Estas complicaciones deberán tratarse a través de la dieta, con otros medicamentos o con la utilización de ambos, evaluando cada caso en particular.

La evaluación debería incluir también parámetros psicosociales y económicos para determinar las posibilidades de acceso de a los alimentos. Además es importante tener en cuenta el tipo de vivienda y la funcionalidad del paciente, es decir, si está en condiciones de cocinar y preparar los alimentos o tiene quien lo haga por él.

La importancia de efectuar una evaluación nutricional efectivamente temprana, es poder prevenir la pérdida de tejidos corporales fundamentales.

Esto es, descubriendo a tiempo la disminución de las reservas de diferentes nutrientes en el organismo con respecto a los valores habituales, por ejemplo los depósitos de proteína.

El estado de los depósitos de proteína del organismo afecta la posibilidad de sobrevivir de los pacientes. Cuando los mismos disminuyen hasta un 54 por ciento de la masa celular corporal normal, aumentan enormemente las posibilidades de muerte de los pacientes infectados por el HIV, sin importar si la persona presenta infecciones asociadas o no.

Es muy común en los pacientes con SIDA, la presencia de lo que se ha denominado “Síndrome de pérdida de peso por el SIDA” o “Caquexia relacionada con el SIDA”. Este conjunto de síntomas se caracteriza principalmente por una pérdida de peso de alrededor del 10 por ciento con respecto al peso habitual, en los últimos 6 meses, acompañado por diarrea o fiebre persistente por más de 30 días sin causa conocida.

Entre los factores que más afectan el estado de nutrición está la deficiencia de macro nutrientes (hidratos de carbono, proteínas, grasas) y micro nutrientes (vitaminas y minerales), ya sea por menor aporte, o por problemas de absorción a nivel intestinal. El aporte deficitario es característico de las etapas avanzadas de esta enfermedad ya que el paciente está inapetente, muchas veces con alteraciones bucales, como llagas o infecciones que afectan su apetito y sus posibilidades de masticar y deglutir.

También presentan mayor riesgo aquellos grupos de bajos recursos económicos con limitaciones en el acceso a los alimentos, especialmente, ancianos, niños y drogadictos.

Diversas publicaciones sostienen además, que existen numerosos síndromes de alteración del metabolismo y la composición corporal en el SIDA que se observan en un número cada vez mayor de pacientes. No existe una definición clara aun al respecto sin embargo, es muy común encontrar en estos pacientes un síndrome que generalmente se denomina “Lipodistrofia” que responde a una alteración en el patrón normal de las grasas.

Este síndrome se manifiesta por la pérdida subcutánea de grasa en brazos, piernas y cara o también la acumulación excesiva de grasa en el vientre, en el área cervical y en el pecho. Todavía no hay consenso sobre el verdadero significado de esta alteración ni de su riesgo para la salud.

A pesar de que estas alteraciones comienzan a verse luego de la terapia con ciertas combinaciones antirretrovirales, entre las que se encuentran un tipo de fármacos llamado “inhibidores de la proteasa”, aun no se sabe a ciencia cierta si es consecuencia de dichas drogas o de la interacción de varios factores como la enfermedad de base, la predisposición genética, la dieta, la actividad física y la medicación.

4.4 OBSTETRICIA

Durante mucho tiempo el estado nutricional de la embarazada ha constituido una gran preocupación para el obstetra, pero en la actualidad se comprueba un renovado interés acerca de los requerimientos nutricionales durante el embarazo y el resultado sobre el producto de la concepción. Asimismo, se ha demostrado que los niños que nacen con bajo peso son más sensibles a contraer cualquier enfermedad, sobre todo procesos infecciosos y diarreicos, pues cuentan con menos mecanismos de defensa para hacerles frente.

En la mujer desnutrida puede asociarse una lactancia desprovista de valores nutricionales que repercute en una mala nutrición tardía. Por ejemplo, el déficit de ácido fólico puede aumentar la frecuencia de abortos, gestosis, desprendimiento prematuro de la placenta e incluso de malformaciones fetales. La hipoalimentación también tiene sus efectos negativos sobre el parto y puerperio, como son partos prolongados, atonía de las contracciones uterinas, crecimiento intrauterino retardado, hemorragia durante el alumbramiento y disminución de la resistencia a las infecciones, con el consiguiente aumento de la sepsis puerperal. Entre los métodos de evolución se utiliza el fondo uterino, se emplea como indicador del crecimiento fetal y cuando carece del dato de edad gestacional se usa para calcular la duración de la gestación.

Posee un alto valor predictivo sobre el peso del recién nacido y junto con la evaluación de la ganancia de peso materna, permite una adecuada evolución del estado de nutrición tanto del feto como de la madre (59).

5. SOPORTE NUTRICIONAL

La desnutrición energético nutrimental es un problema presente en numerosos pacientes hospitalizados y ambulatorios con prolongada evolución, que se agrava en muchas situaciones por diferentes factores como la disminución de la ingestión de los alimentos, el incremento de las pérdidas el aumento del gasto metabólico y ayunos prolongados en ocasiones. En las últimas décadas, el soporte nutricional se encuentra en lugar prioritario dentro de las medidas que han permitido una mayor sobrevida y mejoría de la calidad de vida. Los nuevos conceptos en la atención y recuperación de los pacientes en su hogar, con el apoyo de familiares y el trabajo conjunto con los equipos de salud correspondientes, abren posibilidades en la utilización del soporte nutricional. No obstante las comprobadas evidencias sobre la necesidad de su aplicación, se precisa de una mayor sistematicidad para determinar cómo utilizarlo, por lo que se exponen algunos aspectos relacionados con la importancia de la evaluación nutricional, indicación y forma de soporte nutricional parenteral o enteral. Se propone desarrollar una estrategia para el empleo del soporte nutricional en la APS (67).

A) DEFINICION.

También denominado nutrición artificial, es el aporte de nutrientes necesarios para mantener la funciones vitales, ya bien sea con nutrición parenteral total (NPT), nutrición enteral, (NE) o ambas, y es indicado cuando no es posible o adecuado utilizar la alimentación adecuada de la manera convencional.

La NPT consiste en la administración de soluciones con nutrientes por vía endovenosa, y debe ser utilizada solo cuando la alimentación enteral no es posible, también señalándose su empleo si la posibilidad de ingestión de nutrientes es inferior a un 80 % de las necesidades estimadas.

La NE es el empleo de fórmulas comerciales o artesanales a través del tubo digestivo, cuando de manera convencional, no se puede realizar (66,67).

B) OBJETIVO DEL EMPLEO DEL SOPORTE NUTRICIONAL

El objetivo principal del empleo del soporte nutricional es reducir la morbilidad y mortalidad asociada a la malnutrición, mediante el suministro de nutrientes adecuados y de manera oportuna. La desnutrición energético nutrimental es un estado anormal, inespecífico, sistémico y potencialmente reversible, que se origina como resultado de la deficiente utilización por las células del organismo de los nutrientes esenciales.^{1,7} Las consecuencias de la desnutrición se traducen inicialmente en cambios bioquímicos, pero posteriormente en afectaciones funcionales y orgánicas, llegando hasta procesos tan complejos como la disminución de la respuesta inmunitaria, el incremento de la sepsis, el retardo en la cicatrización de las heridas, y en especial en los niños, llega al retardo del crecimiento y del desarrollo (67).

5.1 SOPORTE NUTRICIONAL ENTERAL

De forma estricta, el término SN enteral, o simplemente nutrición enteral, por genérico, es impreciso, ya que englobaría a todas las formas de alimentación o nutrición por la vía digestiva, incluida la alimentación peroral convencional normal. Sin embargo, y a efectos de la práctica clínica, sólo incluye a la instilación de fórmulas nutricionales especiales bien oralmente, o a través de tubos o dispositivos insertados a diferentes niveles del tracto gastrointestinal superior.

5.1.1 DEFINICION

Por lo tanto, el SN enteral podría definirse como “*la administración de nutrientes al organismo a través de la vía digestiva, utilizando medios distintos a la alimentación oral convencional, ya sea en cuanto a la vía de administración o a la mezcla nutritiva administrada*” (65).

Con esta definición quedarían implícitas, con la excepción de la suplementación oral, las dos características básicas de este tipo de soporte nutricional: por una parte, la supresión de las etapas bucal (masticación, salivación y regulación térmica) y esofágica de la digestión (con la nutrición intrayeyunal también se suprimiría la fase cefálica de estimulación de la secreción gástrica) y por otra, la necesidad del empleo de dispositivos especiales para su administración.

En base a esta definición, las indicaciones del SN enteral se extenderían a todas aquellas situaciones patológicas en las que exista una imposibilidad para satisfacer las necesidades nutricionales mediante una dieta oral normal, bien porque existen alteraciones para la ingestión de los nutrientes y/o porque existen anomalías digestivas de tipo anatómico o funcional que imposibilitan el tránsito, la digestión o la absorción adecuada de los mismos, pero siempre que la vía digestiva sea viable y segura.

5.1.2 VENTAJAS

Las ventajas de esta vía tanto en la utilización de los nutrientes como en el mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal, con sus repercusiones a nivel inmunológico y clínico, obligan a considerar, prioritariamente, la posibilidad de la suplementación oral o la nutrición enteral, aunque sea parcialmente, en todos los pacientes con presencia de peristaltismo, ausencia de obstáculos mecánicos por debajo del yeyuno y capacidad de absorción mínimamente conservada. De hecho, el valor de la nutrición enteral, aún a débitos bajos, está claramente establecida en numerosas publicaciones, de forma que, en la actualidad, el reposo intestinal debería considerarse como una situación excepcional.

Otras ventajas adicionales del SN enteral, respecto del parenteral, serían su menor costo y la reducción en el número de complicaciones, fundamentalmente las asociadas a la inserción y permanencia de los accesos vasculares.

Aunque la mayoría de los análisis coste/beneficio se han centrado en el soporte nutricional parenteral, los estudios comparativos entre ambos demuestran, de forma creciente, una mejoría en el pronóstico, con reducciones significativas en los índices de mortalidad, en la incidencia de complicaciones mayores, así como el acortamiento de la estancia y los costes hospitalarios.⁽⁶⁶⁾

Tabla 5.1 INDICACIONES PARA EL SN ENTERAL EN PACIENTES CRÍTICOS

- 1.- ESTADOS HIPERMETABÓLICOS*
 - 1.1.- Politraumatismos (cerrados, penetrantes y craneoencefálico)
 - 1.2.- Quemados
 - 1.3.- Sepsis
 - 1.4.- Postoperatorio cirugía mayor
- 2.- ENFERMEDAD GASTROINTESTINAL*
 - 2.1.- Obstrucción esofágica
 - 2.2.- Pancreatitis
 - 2.3.- Enfermedad inflamatoria intestinal
 - 2.4.- Fístulas intestinales
- 3.- DISFUNCION ORGÁNICA*
 - 3.1.- Respiratoria : *DEPENDENCIA DEL SOPORTE VENTILATORIO*
 - 3.2.- Cardíaca : *CAQUEXIA CARDÍACA*
 - 3.3.- Intestinal : *SÍNDROME DE INTESTINO CORTO*
 - 3.4.- Hepática : *ENCEFALOPATÍA HEPÁTICA*
 - 3.5.- Renal : *UREMIA*
 - 3.6.- Sistema Nervioso Central : *COMA*
 - 3.7.- *SÍNDROME DE DISFUNCIÓN MULTIORGÁNICO*

Otros objetivos clínicos como el balance nitrogenado, los niveles de albúmina séricos y la normalización de los estudios de hipersensibilidad tardía, aunque no unánimemente aceptados, parecen conseguirse de forma más satisfactoria con el soporte nutricional enteral. En la Tabla 5.1 se resumen las indicaciones generales para el SN enteral, dependiendo del grado de evidencia de su eficacia.

5.1.3 DESVENTAJAS

Sin embargo, ofrece también complicaciones mecánicas (por el diámetro de la sonda), vómitos (en pacientes mantenidos a 30°) y diarreas (que se previenen disminuyendo la concentración de la fórmula ó instalando bomba de infusión con goteo continuo).

5.2 SOPORTE NUTRICIONAL PARENTERAL

En general está indicada para prevenir o corregir los efectos adversos de la malnutrición en pacientes que no son capaces de obtener aportes suficientes por vía oral o enteral por un periodo de tiempo superior a 5 a 7 días, o antes si el paciente está ya previamente mal nutrido.

5.2.1 DEFINICION

“La nutrición parenteral consiste en la provisión de nutrientes mediante su infusión a una vía venosa a través de catéteres específicos, para cubrir los requerimientos metabólicos y del crecimiento.” ⁽⁶⁴⁾

Debe ser utilizada solo cuando la alimentación enteral no es posible, también señalándose su empleo si la posibilidad de ingestión de nutrientes es inferior a un 80 % de las necesidades estimadas. ⁽⁶³⁾

Cuando constituye el único aporte de nutrientes, hablamos de nutrición parenteral total; la nutrición parenteral parcial proporciona tan sólo un complemento al aporte realizado por vía enteral.

Por el contrario, no está indicada en aquellos pacientes con una función intestinal adecuada en los que la nutrición puede llevarse a cabo por vía oral o enteral. En la tabla I se señalan las indicaciones de nutrición parenteral más frecuentes en la infancia. La nutrición parenteral no debería instaurarse por periodos inferiores a una semana y debe mantenerse hasta que se consiga una adecuada transición a alimentación enteral (cuando dichos aportes alcancen 2/3 de los requerimientos nutricionales estimados). p. ej., en insuficiencia renal o si existen edemas.

Tabla 5.2 indicaciones de la nutrición parenteral en niños	
Condición	Cuadro clínico
A. Indicaciones digestivas	
Patologías neonatales, congénitas o adquiridas	<ul style="list-style-type: none"> — Resecciones intestinales — Íleo meconial, atresias intestinales — Gastrosquisis, onfalocele — Enfermedad de Hirschsprung complicada — Hernia diafragmática — Seudoobstrucción intestinal — Enterocolitis necrotizante
Malabsorción	<ul style="list-style-type: none"> — Diarrea grave prolongada — Síndrome de intestino corto — Enterostomía proximal — Fístulas — Linfangiectasia intestinal — Algunas inmunodeficiencias — Enteritis por radiación — Enfermedad inflamatoria intestinal
Otras causas	<ul style="list-style-type: none"> — Pancreatitis aguda grave — Ascitis quillosa, quilotórax
B. Indicaciones extradigestivas	
Prematuridad	<ul style="list-style-type: none"> — Grandes quemados — Politraumatismos — Gran cirugía
Hipercatabolismo	<ul style="list-style-type: none"> — Trasplante de órganos (hígado, médula ósea, intestino) — Caquexia cardíaca
Fallo visceral	<ul style="list-style-type: none"> — Insuficiencia hepática o renal aguda
Cáncer	<ul style="list-style-type: none"> — Mucositis grave

5.2.2 VENTAJAS

Por supuesto la mayor de las ventajas es establecer de manera gradual el estado nutricional óptimo del paciente cuando por la vía oral esta inhabilitada, pero cabe señalar las ventajas como técnica propiamente dicha:

- Absorción del 100%
- Infusión continua: impide exceso de déficit de algún componente
- Muy completa
- No usa tubo digestivo, lo que es útil en un grupo específico de pacientes

5.2.3 DESVENTAJAS DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL:

- No usa tubo digestivo: debe usarse siempre que sea posible, pues de lo contrario se altera la calidad de la mucosa y el tránsito intestinal, produciéndose translocación bacteriana y problemas en la alimentación posterior.
- Más cara: requiere mayor manipulación, monitorización y lugar físico especial.
- Sus complicaciones son graves (Tabla 5.3), con infección del catéter venoso central con sepsis por microorganismos intrahospitalarios, lo que implica tratamientos antibióticos de alto costo, desnutrición e incluso la muerte.
- Requiere recambio de todo el sistema (catéter venoso central).

Tabla 5.3 Complicaciones asociadas al uso de nutrición parenteral	
Complicaciones a corto plazo	<ul style="list-style-type: none"> — Complicaciones técnicas relacionadas con la inserción del catéter — Trombosis y oclusión — Infecciones — Alteraciones metabólicas <ul style="list-style-type: none"> • por déficit de nutrientes • por exceso de nutrientes • peroxidación lipídica
A largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> — Complicaciones mecánicas relacionadas con el catéter: rotura, desplazamiento u obstrucción del catéter — Trombosis de los sistemas venosos — Complicaciones infecciosas — Complicaciones metabólicas <ul style="list-style-type: none"> • Complicaciones óseas • Complicaciones hepatobiliares • Otras: renales, déficit de nutrientes — Problemas sociales y del desarrollo

6. DISCUSIÓN

La desnutrición es un trastorno de la composición corporal que supone un riesgo, cuyo origen es la privación absoluta o relativa, aguda o crónica de nutrientes. Las consecuencias clínicas de la desnutrición son:

- Efectos primarios: Incrementa la tendencia a las infecciones; retrasa la curación de las heridas; fallo de sutura; edema por hipoproteinuria; disminución de la motilidad intestinal; debilidad muscular.
- Efectos secundarios: Incremento de la morbi-mortalidad; hospitalización prolongada.

Por tal motivo es necesario monitorear el estado de salud de cada individuo aun cuando no parezca estar bajo algún riesgo nutricional.

De tal modo que existe una gran variedad de métodos de evaluación nutricional, cada uno de estos métodos presenta ventajas y por supuesto desventajas. Por ejemplo la Anamnesis, es un método en el que no se requiere de ningún equipo especial, solo depende de la habilidad del encuestador para realizar las preguntas adecuadas para poder establecer de manera retrospectiva la situación actual del paciente; sin embargo presenta múltiples desventajas que hay que considerar, como la edad del paciente, si vive solo o con sus familiares, hábitos, deficiencias de memoria, etc.

La antropometría es otro ejemplo de método sencillo y eficaz, pues por medio de esta se puede detectar de manera considerable cambios en la composición corporal, es un método relativamente fácil, no se requiere de gran material, lo que la hace económica, sin embargo depende del entrenamiento y / o habilidad del antropometrista para que resulte confiable, además habrá que considerar que las tablas de referencia, se han hecho en poblaciones cuya variabilidad física es importante. Además en un paciente hospitalizado es difícil manipular al paciente.

Por otro lado tenemos a los métodos de evaluación nutricional más específicos y sensibles a cambios en la composición corporal, los cuales existen también en gran variedad pero parece ser son poco utilizados como métodos prioritarios en la práctica clínica, pues estos métodos resultan ser poco accesibles para la mayoría de la población, por su alto costo y disponibilidad solo en ciertos sitios.

Por ejemplo en la calorimetría directa, es necesario el uso de un equipo pesado inmóvil y muy costoso, así como de una cámara en la que se introduce al paciente para hacer las mediciones, por lo que en la práctica clínica raramente es utilizada.

El ultrasonido y la TAC son métodos que a pesar de ser efectivos son poco utilizados para establecer el estado nutricional, pues los resultados suelen ser similares a la antropometría.

La dilución isotópica es un método útil en la determinación del agua corporal total, considerando que el agua ocupa una fracción constante en la masa libre de grasa y que esta se encuentra en cantidades relativamente despreciables en depósitos grasos, se hace uso de este método para determinar la composición corporal. Sin embargo la utilización de isótopos radioactivos y aparatos altamente costosos la hace poco menos que disponible y utilizable en la práctica clínica.

La calorimetría directa e indirecta representa otra opción mas para la determinación de la composición corporal, sin embargo al ser técnicas de metodología compleja, no representan una alternativa tan recurrente.

Existe una relación muy estrecha entre el estado nutricional y la respuesta inmune, es por esto que al evaluar el sistema inmune se evalúa también el estado nutricional del paciente. Sin embargo como todas las técnicas anteriores presenta ciertas desventajas como que muchos procesos patológicos y tratamientos farmacológicos pueden alterar la respuesta inmunológica de manera inespecífica.

La utilización de estos métodos de evaluación permite predecir o establecer la situación actual del paciente, sobre todo en los pacientes hospitalizados pues de ello depende de la recuperación y estancia en el hospital.

La desnutrición energético nutrimental afecta a un número importante de pacientes, por lo que prevenirla y tratarla contribuyen a disminuir la morbilidad, mortalidad y a elevar la calidad de vida. El diagnóstico oportuno de riesgos de enfermedades y condiciones relacionadas con la nutrición, se traduce en «resultados positivos en la salud, con el consiguiente beneficio económico y una mejoría en la calidad de vida».

En la medida que las intervenciones oportunas tienen un papel más relevante en el cuidado y atención de la salud, se hacen esenciales la evaluación y el tamizaje nutricional, la orientación sobre la alimentación y la referencia del paciente al nivel apropiado de atención.

Entre los avances terapéuticos de las últimas décadas se encuentran las medidas de soporte nutricional (nutrición enteral y parenteral) el cual es un procedimiento terapéutico cuya finalidad es la de establecer y corregir la situación nutricional del paciente.

Al tener un mayor protagonismo la nutrición enteral, ha permitido, conjuntamente con el desarrollo de la medicina familiar, abrir nuevas perspectivas en la búsqueda de alternativas para el uso de soporte nutricional.

Se recomienda una sistematicidad en la implementación del soporte nutricional: evaluación nutricional, determinación de las recomendaciones energético-nutrimientales y elaboración de un plan de intervención alimentario nutrimental que considere inicio-mantenimiento-retiro.

Como vimos la desnutrición es un estado físico de privación de nutrientes lo que origina de manera indirecta otros padecimientos además de agravar la situación primaria de desequilibrio físico. Por otro lado se ha visto que si un paciente se encuentra en condiciones nutricionales óptimas la recuperación y rehabilitación se realiza en menor tiempo con resultados favorables.

Hoy se acepta que los servicios de nutrición son un aspecto integral de la atención básica de salud. El trabajo en equipo para la atención del paciente es un enfoque que aumenta la comprensión de cada disciplina en su campo respectivo y cada miembro del equipo de salud debe estimular a los miembros de otras profesiones para mejorar el conocimiento básico de cada disciplina.

7. CONCLUSIONES

- Se realizó una compilación de los métodos de evaluación nutricional para lo cual fue necesario hacer uso de medios de información primaria, secundaria y terciaria, la información recopilada fue evaluada, analizada y sintetizada.
- Se incluyó desde los métodos de evaluación nutricional más sencillos y usuales (anamnesis, antropometría, índice de masa corporal, evaluación bioquímica, impedanciometría) los cuales presentan ciertas ventajas como son, en general: bajo costo por la utilización de poco material, se realizan en menor tiempo, se pueden realizar casi en cualquier lugar, no son invasivos.

Cabe señalar que cada uno de estos métodos presenta también desventajas específicas; por ejemplo la anamnesis depende exclusivamente de la memoria del paciente, esta a su vez esta influenciada por varios factores como son, la edad, su estado clínico, y factores psicosociales.

La antropometría tiene entre sus desventajas que solo permite evaluar crecimiento, bajo peso, sobrepeso u obesidad, no toma en cuenta las variaciones genéticas, además se necesita de gran capacitación, experiencia y control de calidad.

En cuanto a la evaluación bioquímica, si bien es un método muy sensible a los cambios bioquímicos y resulta muy útil en la predicción de la desnutrición, algunos de los marcadores se pueden ver alterados por otras patologías que no estén precisamente relacionadas con la desnutrición; por ejemplo la concentración de albúmina se ve disminuida cuando existe alguna hepatopatía.

Otro ejemplo es el de la creatinina, esta se ve alterada cuando existe una afección renal (insuficiencia renal crónica)

- Existen varios métodos de evaluación nutricional (calorimetría directa, densitometría por inmersión, pletimografía acústica, etc.) que se emplean muy poco debido a que es necesario el uso de equipos altamente costosos lo que hace inaccesible la implementación como método rutinario.

- Por otro lado existen métodos más sencillos y poco costosos (anamnesis, antropometría, índice creatinina/talla, etc.) pero con muchos inconvenientes por su poca especificidad, por lo que es necesario utilizar al menos dos métodos para que haya complementación.
- Por otro lado se logra apreciar la participación del Químico Farmacéutico Biólogo en la metodología de la identificación de la desnutrición, así como en la restauración de esta por medio de soporte nutricional.
- Es de suma importancia incluir de manera habitual la evaluación del estado nutricional en cada paciente, con el fin de prevenir y/o corregir en caso necesario un estado de baja nutrición.
- El soporte nutricional es un método de corrección y mantenimiento de la nutrición por lo que resulta imprescindible contar con el personal y material adecuados para llevar a cabo dicha labor.
- Si un paciente hospitalizado se encuentra en condiciones nutricionales óptimas la recuperación y rehabilitación se realiza en menor tiempo con resultados favorables.

GLOSARIO

Anamnesis: Método de evaluación nutricional en el que se utiliza la capacidad de memoria del paciente para establecer de manera retrospectiva su estado actual.

Anemia: Enfermedad caracterizada por la reducción del número de glóbulos rojos circulantes, o la disminución en la concentración de hemoglobina (proteína conjugada que contiene hierro).

Antropometría: Es un método de evaluación del estado nutricional que se basa en las dimensiones corporales, fundamentándose en la relación estrecha que existe entre el crecimiento y desarrollo con el estado de salud.

Arriboflavinosis: Enfermedad carencial producida por falta de riboflavina (vitamina B₂), esta enfermedad se presenta cuando hay bajo consumo de leche, carnes, pescado, y en general alimentos que contengan proteínas de buena calidad.

Beriberi: Enfermedad que se produce debido a una ingestión insuficiente de vitamina B₁ (tiamina), caracterizada por neuritis periféricas o insuficiencia cardíaca acompañada de edemas.

Composición corporal normal: Se refiere a todos los elementos que integran el organismo (agua, proteínas, minerales, grasas) en condiciones óptimas de salud.

Dermatitis: inflamación de las capas superficiales de la piel, que pueden presentarse de formas variadas

Desnutrición: Señala toda pérdida anormal de peso del organismo, desde la más ligera hasta la más grave

Equimosis: Mancha oscura que se hace en la piel al recibir un golpe.

Escorbuto: Enfermedad producida por una dieta deficiente en vitamina C, o ácido ascórbico, caracterizada principalmente por hemorragias; perifoliculares, petequias, equimosis, las encías sangran a nivel de las papilas interdentarias, en casos muy intensos pueden ocurrir hemorragias en cualquier tejido o mucosa del cuerpo.

Estado nutricional: Denota el grado con que se satisfacen las necesidades fisiológicas de nutrimentos.

I.M.C. (índice de masa corporal): Explica las diferencias en la composición corporal al definir el nivel de adiposidad, con base en la relación entre el peso y la talla.

Impedanciometría bioeléctrica: Es una técnica no invasiva e indolora de fácil realización, que es utilizada para la determinación de la composición corporal. Se realiza mediante la aplicación de una corriente eléctrica alterna de bajo voltaje al cuerpo del individuo.

Infrarrojo proximo: Técnica que consiste en la irradiación de los tejidos con un haz de radiación luminosa próxima a los infrarrojos y la medición de la densidad óptica de la radiación reflejada.

Kwashiorkor: Enfermedad asociada a la desnutrición caracterizada por la presentación clínica de edema.

Lipocalibre: Instrumento con el que se realizan determinaciones del espesor de pliegues cutáneos.

Marasmo: Enfermedad asociada a la desnutrición caracterizada por la pérdida de tejido muscular y subcutáneo.

Nutrición parenteral: Consiste en la administración de soluciones con nutrientes por vía endovenosa.

Nutrición: Estado de equilibrio físico en el cual el gasto energético y plástico de los seres vivos es repuesto con regularidad y en cantidad suficiente para mantener reservas en situaciones donde es necesario un mayor desgaste y permitir seguir cumpliendo sus funciones eficientemente.

Nutriente: Compuestos químicos contenidos en los alimentos que se absorben y utilizan para mantener la salud.

Nutrientes esenciales: Se les llama así a los nutrientes que el organismo no puede sintetizar y por lo tanto deben ser obtenidos de la dieta.

Nutrientes no esenciales: Son aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de otros compuestos

Pelagra: (piel áspera) Enfermedad debida a una ingesta insuficiente de niacina (ácido nicotínico) y Triptófano, caracterizada por dermatosis (piel roja e hinchada) en las áreas expuestas al sol, trastornos digestivos (diarrea) y nerviosos (demencia).

Pletismografía: Es una técnica densitométrica en la cual el volumen del individuo se determina midiendo los cambios en la presión que se generan en una cámara cilíndrica cerrada.

Raquitismo: Enfermedad crónica, generalmente padecida en los niños, que se manifiesta en la deformación de los huesos debido a la carencia de calcio.

Soporte nutricional enteral: Consiste en la administración de fórmulas nutricionales especiales bien oralmente, o a través de tubos o dispositivos insertados a diferentes niveles del tracto gastrointestinal superior.

Soporte nutricional: También denominado nutrición artificial, es el aporte de nutrientes necesarios para mantener la funciones vitales, ya bien sea con nutrición parenteral total (NPT), nutrición enteral, (NE) o ambas, y es indicado cuando no es posible o adecuado utilizar la alimentación adecuada de la manera convencional

Valoración nutricional: Averigua el estado nutricional por análisis de los antecedentes clínicos, dietéticos y sociales, datos antropométricos y bioquímicos.

Xeroftalmia: Enfermedad asociada a deficiencias de vitamina A y malnutrición proteico-calórica, que se caracteriza por córneas resacas y opacificadas que con frecuencia se ulceran.

8. ANEXO I

TABLAS DE REFERENCIA DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS

Paniculo Tricipital (Percentiles-mm) En Mujeres y Varones de 1 a 74.9 Años

Edad (años)	VARONES			MUJERES		
	P25	P50	P90	P25	P50	P90
1-1.9	8	10	14	8	10	14
2-2.9	8	10	14	9	10	15
3-3.9	8	10	14	9	11	14
4-4.9	8	9	12	8	10	14
5-5.9	8	9	14	8	10	15
6-6.9	7	8	13	8	10	14
7-7.9	7	9	15	9	11	16
8-8.9	7	8	13	9	12	18
9-9.9	7	10	17	10	13	20
10-10.9	8	10	18	10	12	23
11-11.9	8	11	20	10	13	24
12-12.9	8	11	22	11	14	23
13-13.9	7	10	22	12	15	26
14-14.9	7	9	21	13	16	26
15-15.9	6	8	18	12	17	25
16-16.9	6	8	16	15	18	26
17-17.9	6	8	16	13	19	30
18-18.9	6	9	20	15	18	26
19-24.9	7	10	20	14	18	30
25--34.9	8	12	20	16	21	34
35-44.9	8	12	20	18	23	35
45-54.9	8	12	20	20	25	36
55-64.9	8	11	19	20	25	36
65-74.9	8	11	19	18	24	34

Percentiles del Área Muscular del Brazo (mm²) Para Edad y Sexo

Edad (años)	VARONES			MUJERES		
	P5	P50	P75	P5	P50	P75
1	956	1278	1720	885	1221	1621
2	973	1345	1787	973	1269	1727
3	1095	1484	1853	1014	1396	1846
4	1207	1579	2008	1058	1475	1958
5	1298	1720	2285	1238	1598	2159
6	1360	1815	2493	1354	1683	2323
7	1497	2027	2788	1330	1815	2469
8	1550	2089	2886	1513	2034	2996
9	1811	2288	3257	1723	2227	3112
10	1930	2575	3882	1740	2296	3093
11	2016	2670	4226	1784	2612	3953 3
12	2216	3022	4640	2092	2904	3847
13	2363	3553	4794	2269	3130	4568
14	2830	3963	5530	2418	3220	4850
15	3138	4481	5900	2426	3248	4756
16	3625	4951	6980	2308	3248	4946
17	3998	5286	7726	2442	3336	5251
18	4070	5552	8355	2398	3243	4767
19-24	4508	5913	8200	2538	3406	4970
25-34	4694	6214	8436	2661	3573	5541
35-44	4844	6490	8488	2750	3783	5877
45-54	4546	6297	8458	2784	3858	5964
55-64	4422	6144	8149	2784	4045	6247
65-74	3973	5716	7453	2737	4019	6214

Peso ideal para la altura			
Hombres Altura (cm)	Peso (Kg)	Mujeres Altura (cm)	Peso (Kg)
145	51.9	140	44.9
146	52.4	141	45.4
147	52.9	142	45.9
148	53.5	143	46.4
149	54.0	144	47.0
150	54.5	145	47.5
151	55.0	146	48.0
152	55.6	147	48.6
153	56.1	148	49.2
154	56.6	149	49.8
155	57.2	150	50.4
156	57.9	151	51.0
157	58.6	152	51.5
158	59.3	153	52.0
159	59.9	154	52.5
160	60.5	155	53.1
161	61.1	156	53.7
162	61.7	157	54.3
163	62.3	158	54.9
164	62.9	159	55.5
165	63.5	160	56.2
166	64.0	161	56.9
167	64.6	162	57.6
168	65.2	163	58.3
169	65.9	164	58.9
170	66.6	165	59.5
171	67.3	166	60.1
172	68.0	167	60.7
173	68.7	168	61.4
174	69.4	169	62.1
175	70.1		
176	70.8		
177	71.6		
178	72.4		
179	73.3		
180	74.2		
181	75.0		
182	7.8		
183	76.5		
184	77.3		
185	78.1		
186	78.9		

Porcentajes de masa grasa en adultos (Durnin J.V.G.A y Womersley J. Body fat assessed from total body density estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women from 16 to 72 years)

Pliegues (mm)	HOMBRES (Edad años)			
	17 – 29	30 – 39	40 – 49	+ 50
15	4.8	-	-	-
20	8.1	12.2	12.2	12.6
25	10.5	14.2	15.0	15.6
30	12.9	16.2	17.7	18.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8
40	16.4	19.2	21.4	22.9
45	17.7	20.4	23.0	24.7
50	19.0	21.5	24.6	26.5
55	20.1	22.5	25.9	27.9
60	21.2	23.5	27.1	29.2
65	22.2	24.3	28.2	30.4
70	23.1	25.1	29.3	31.6
75	24.0	25.9	30.3	32.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8
85	25.5	27.2	32.1	34.8
90	26.2	27.8	33.0	35.8
95	26.9	28.4	33.7	36.6
100	27.6	29.0	34.4	37.4
105	28.2	29.6	35.1	38.2
110	28.8	30.1	35.8	39.0
115	29.4	30.6	36.4	39.7
120	30.0	31.1	37.0	40.4
125	30.5	31.5	37.6	41.1
130	31.0	31.9	38.2	41.8
135	31.5	32.3	38.7	42.4
140	32.0	32.7	39.2	43.0
145	32.5	33.1	39.7	43.6
150	32.9	33.5	40.2	44.4
155	33.3	33.9	40.7	44.6
160	33.7	34.3	41.2	45.1
165	34.1	34.6	41.6	45.6
170	34.5	34.8	42.0	46.1
175	34.9	-	-	-
180	35.3	-	-	-
185	35.6	-	-	-
190	35.9	-	-	-
195	-	-	-	-
200	-	-	-	-
205	-	-	-	-
210	-	-	-	-

Porcentajes de masa grasa en adultos (Durnin J.V.G.A y Womersley J. Body fat assessed from total body density estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women from 16 to 72 years)

Pliegues (mm)	MUJERES (Edad años)			
	16 – 29	30 – 39	40 – 49	+ 50
15	10.5	-	-	-
20	14.1	17.0	19.8	21.4
25	16.8	19.4	22.2	24.0
30	19.5	21.8	24.5	26.6
35	21.5	23.7	26.4	28.5
40	23.4	25.5	28.2	30.3
45	25.0	26.9	29.6	31.9
50	26.5	28.2	31.0	33.4
55	27.8	29.4	32.1	34.6
60	29.1	30.6	33.2	35.7
65	30.2	31.6	34.1	36.7
70	31.2	32.5	35.0	37.7
75	32.2	33.4	35.9	38.7
80	33.1	34.3	36.7	39.6
85	34.0	35.1	37.5	40.4
90	34.8	35.8	38.3	41.2
95	35.6	36.5	39.0	41.9
100	36.4	37.2	39.7	42.6
105	37.1	37.9	40.4	43.3
110	37.8	38.6	41.0	43.9
115	38.4	39.1	41.5	44.5
120	39.0	39.6	42.0	45.1
125	39.6	40.1	42.5	45.7
130	40.2	40.6	43.0	46.2
135	40.8	41.1	43.5	46.7
140	41.3	41.6	44.0	47.2
145	41.8	42.1	44.5	47.7
150	42.3	42.6	45.0	48.2
155	42.8	43.1	45.4	48.7
160	43.3	43.6	45.8	49.2
165	43.7	44.0	46.2	49.6
170	44.1	44.4	46.6	50.0
175		44.8	47.0	50.4
180		45.2	47.4	50.8
185		45.6	47.8	51.2
190		45.9	48.2	51.6
195		46.2	48.5	52.0
200		46.5	48.8	52.4
205			49.1	52.7
210			49.4	53.0

ANEXO II

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PATOLOGIAS ASOCIADAS A LA DESNUTRICION

PATOLOGIA	DEFICIENCIA NUTRICIONAL	CARACTERISTICAS
MARASMO	Proteínas, vitaminas y nutrimentos orgánicos.	Emaciación extrema, hipotonía, extremidades flácidas y “bolsas” en los gluteos.
KWASHIORKOR	Proteínas y micronutrientes.	Mayor frecuencia en la etapa posterior al destete. Edema, lesiones en la piel, cambios de textura, coloración en el pelo, hepatomegalia.
KWASHIORKOR – MARASMATICO (MIXTA)	Deficiencia crónica de nutrientes, añadiéndole una deficiencia aguda de proteínas.	Edema, desmedro, emaciación, adelgazamiento del pelo y cambios en la piel.
BOCIO	Yodo	Hipertrofia de la glándula tiroides.
RAQUITISMO	Vitamina D	Falta de crecimiento y deformidad en los huesos.
OSTEOPOROSIS	Hormonas estrogénicas, proteínas, calcio.	Disminución de talla, dolor en la espalda, fracturas óseas.
ANEMIA	Hierro, Vitamina B ₁₂ , Ácido fólico.	Disminución en concentración de hemoglobina, lo que origina debilidad, fatigabilidad, palpitaciones, dolor de cabeza, pérdida de la memoria.
BERIBERI	Vitamina B ₁ (tiamina)	Neuritis periférica, insuficiencia cardíaca, edema.
ARRIBOFLAVINOSIS	Vitamina B ₂ (riboflavina)	Lesiones oculares, en la piel, mucosa labial, glositis
PELAGRA	Niacina (ácido nicotínico) y Triptófano	Dermatosis, trastornos digestivos, demencia.
ESCORBUTO	Vitamina C (ácido ascórbico)	Hemorragias; perifoliculares, petequias, equimosis.

BIBLIOGRAFIA

1. Rombeau John L. “Nutrición clínica: Alimentación enteral”. 3ª Edición Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998 p.180-200
2. Rombeau John L. “Nutrición clínica: Alimentación parenteral”. 3ª Edición Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998 p.87-118
3. Mahan L.K. y Escott S.S. “Nutrición y Dietoterapia de Krause”. 9ª. Edición. Editorial McGraw-Hill interamericana México 1998 p. 371-387
4. Rojas M.C. y Guerrero L.R. “Nutrición clínica y Gastroenterología Pediátrica”. Editorial panamericana Colombia 1999 p. 141-158
5. Ramos Galván, R. 1992. “Significado de las referencias somatométricas de peso y talla en la práctica pediátrica y epidemiológica”. Bo. Med Hosp. Infant Méx. 49 (6): 321-34.
6. Mora R.J. “Soporte Nutricional Especial” 2ª Edición. Editorial Panamericana. Colombia, 1999 p.73-87
7. Angel A. L., Ramírez de Peña D. “Estado nutricional y métodos de estimación de la composición corporal de adultos mayores de un hogar geriátrico y de un hospital Universitario”. Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición Universidad Autónoma de Nuevo León.
8. Briones O.N.P. y Cantú M.P.C “Comparación diagnóstica de dos métodos antropométricos para la evaluación nutricional en preadolescentes del municipio de Guadalupe N. L., México”. Volumen 5 No. 4 Octubre - Diciembre 2004.
9. Ortiz Hernández L. 2002. “Evaluación Nutricional de Adolescentes”, Conceptos Generales. *Revista Médica del IMSS*, 40 (1): 61 – 70
10. Martínez Costa, C., J Brines, A Abella y A García Vila 1995. “Valoración antropométrica del estado de nutrición. Actualidad Nutricional 20:47-58
11. Iraizoz I. Valoración geriátrica integral (II):”Valoración nutricional y mental en el anciano”. *Comprehensive geriatric assessment (II). Nutritional and mental evaluation in the elderly*. Servicio de Geriatria. Hospital de Navarra. Pamplona.

12. Arroyo P. "Memorias de un simposio internacional, Nutrición Clínica". Editorial Médica Panamericana. México 1994. p.13-42
13. Vidaillet C.E.C. "Antropometría en la evaluación nutricional de adolescentes del sexo femenino". Rev. Cubana Pediatría. 2002;74(1):23-32
14. Icaza Susana J. "Nutrición". Editorial. Nueva editorial interamericana. 2ª. Ed. México D. F. 1985 p.1-11, 100-149.
15. Kerschner Velma L. "Nutrición y terapéutica dietética". Editorial El manual Moderno. 3ª. Ed. México D. F. 1984.
16. Manual Merck, Edición electrónica en CD-ROM. Secc.1 cap. 1 y 2 Editorial Harcourt, 10ª Ed. España 1999.
17. Herrera Franco, "Evaluación nutricional y clase funcional del cardiópata hospitalizado", Archivos de Cardiología de México, 14059940, mar-abr1999, Vol.69, Fascículo2.
18. Zulueta T.D., Romero I.M." Patrones de alimentación y Evaluación nutricional en niños deshabilitados" Rev. Cubana Salud Pública 2003; 29(2):111-16.
19. Instituto Nacional de Salud Pública. Anemia y deficiencia de micronutrientes en niños mexicanos.2004
20. Terán E.L., Calderón G. M. "La valoración global subjetiva como método de evaluación nutricional en artritis reumatoide" Rev. Méx. Reumat. 2002; 17(2): 117-122.
21. Vidaillet C. E. "Indicadores antropométricos en la evaluación nutricional en adolescentes del sexo masculino" Rev. Cubana Pediatr.2003;76(2):82-96.
22. U.S. D. A. Boletín "La guía Pirámide de los alimentos"U.S.A 2003
23. Linnea Anderson. "Nutrición y Dietética de Cooper". 17ª ed. Interamericana. México. 1985. pág. 437 – 449
24. Paige.D.M. "Clinical nutrition" 2ª ed. The C.U. Mosby Company. U.S.A. 1998, pag. 110-147.
25. "Nutrición humana," Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2005
26. Bender D.A. "Introducción a la Nutrición y el Metabolismo" ed. Acribia. España 1993. pág 187-195.

27. Fox. B. A. “Ciencia de los alimentos, Nutrición y Salud” ed. Limusa, México D.F 1999. pág. 207-271.
28. Insel P. “Nutrition” 2ª. Edición. Ed. Jones and Bartlett Publishers. U.S.A. 2004. pág. 30-63
29. Casanueva E. “Nutriología Médica” 2ª Edición, Ed. Panamericana, México 2001. pag 57-191.
30. Halpern S.L. “Manual de Nutrición Clínica”.Ed Limusa México 1988. pag 37-79
31. Ávila C.A. “La Desnutrición infantil en el medio rural mexicano” Rev. Salud Pública Méx.1998; 40:150-160.
32. J. Medrano Heredia Anemia y hemorragia digestiva. Indicaciones de la transfusión Rev Sdad Valenciana Patol Dig 2000;19(1):1-7.
33. Pozo G.R. “Evaluación nutricional preoperatoria en el paciente anciano” Acta Medica 2002;10(1-2)
34. Sistema Integrado de Indicadores Sociales para Venezuela. Trastornos alimentarios asociados a la pobreza. Venezuela 2000.
35. Delgado del Rey M. “Evaluación nutricional en pacientes con gastrectomía total”Nutr. Hosp.(200)XVII(5)236-239
36. Gómez F. “Desnutrición” salud pública de México / vol.45, suplemento 4, 2003
37. Nelson D.L. “Principios de Bioquímica de Lehninger” 3ª.Edición. Editorial Omega España 2000. pág. 770-815.
38. Limon H Importancia de la Evaluación Nutricional con Antropometría en el Paciente Renal. Nefrología Mexicana, jul-sep1999, Vol. 20, Fasc.3
39. Smolin L.A. “Nutrition: Science and applications” 3ª. Edición. Ed. Saunder’s College publishing. U.S.A. 2000 pág. 64-90.
40. Anderson S. C. “Química Clínica” Editorial Interamericana McGraw-Hill, 1995 Méx. D.F. pág.599-616
41. DeHoog, S. Evaluación inicial del Estado nutricional. 9a. Edición. Editorial McGraw-Hill interamericana.1998
42. Cigarrán S. “Evaluación del estado nutricional de los pacientes renales y ajuste del peso seco en CAPD y HD papel de la Bioimpedancia” Serv. Nefrología.

- Hospital de la Princesa. Madrid España. 3º Congreso de Nefrología por Internet. 2003. <http://www.uninet.edu/cin2003/index.en.html>.
43. SALAS R. F. Estado Nutricional De Los Pacientes Con Diabetes Tipo 2. Facultad De Medicina Málaga 2003
 44. Alemán M, et al, Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años. importancia de la actividad física. Salud Pública de México, 00363634, jul/ago1999, Vol. 41, Fascículo 4
 45. Fernández V. J. , et al, Áreas Musculares del Muslo y La Pierna Estimadas Por Antropometría y Tomografía Axial Computadorizada en Varones Adultos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*; jul-dic2000, Vol. 14 Issue 2, p109, 5p
 46. Martín M. V. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. análisis comparativo. *Rev Esp Salud Pública* 2001, Vol. 75, N.º 3
 47. Pirlich M, Schütz T, Ockenga J y colaboradores análisis de impedancia bioeléctrica segmentaria para evaluación de masa celular corporal en pacientes con alteraciones de la geometría corporal *Clinical Nutrition* 22(2):167-174 2003
 48. Sánchez A. V. Inmunocompetencia en la malnutrición proteico-energética Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos: *Rev Cubana Aliment Nutr* 1999; 13(2): 129-36. La Habana Cuba 1999
 49. Henry C. Lukaski Methods for the assessment of human body composition: Traditional and New. *Am J Clin Nutr* 1987;46:537-56.
 50. Nicoll Diana, McPHEE Stephen. Manual de Pruebas Diagnósticas 3ª edición Editorial El Manual Moderno México D.F 2002
 51. Dr. Pedro M. Politi SopORTE nutricional en pacientes con cáncer. Equipo Interdisciplinario de Oncología, Bs. As. Argentina 1998.
 52. Arias C. B., López G. M. Et al. Comparación de los niveles séricos de oligoelementos en pacientes con hemodiálisis, diálisis peritoneal continua ambulatoria y sujetos sanos *educación e investigación clínica* Vol. 1, Núm. 2 * Mayo-Agosto 2000 * Págs. 81-85
 53. Pineda P. S. SopORTE nutricional en la atención primaria de salud *Rev Cubana Med Gen Integr* 2003;19(3)

54. <http://salud.discapnet.es/enciclopedia/r/raquitismo.htm>
55. Williamson M.R. “Ultrasonografía fundamental” Editorial Marban 1998. Madrid España pp. 1 -26
56. Chiapello J.A., Rücker P.S Calorimetría Indirecta Unidad de Soporte Nutricional y Metabolismo, Facultad de Medicina, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Provincia de Corrientes.2000
57. Manual merk. Sección 12 Trastornos De La Nutrición Y Del Metabolismo
Capitulo 134 Malnutrición
58. Dra. Rosa Labanca Trastornos Alimentario Guía Médica de Diagnóstico y Tratamiento: composición corporal normal
59. Torres M. E., Sánchez B. R.y Dra. Deulofeu B.I. Evaluación nutricional de las embarazadas ingresadas en la sala de gestantes patológicas Rev Cubana Enfermer 1997;13(1):10-14
60. Ibañez R. Técnicas de medida de densidad de masa ósea. Vol. 26, suplemento 3, 2003. Pamplona, España.
61. Branson RD. The measurement of energy expenditure: instrumentation, practical considerations, and clinical application. Resp Care 1990; 35: 640- 659.
62. Valdés-Ramos R. Nutrición y respuesta inmune. Perinatología y reproducción Humana 1994;8(1)
63. Ivonne A. Camacho Mora, Soporte Nutricional. Área de Farmacia VI Congreso Regional de Químicos Farmacéuticos Biólogos. Biblioteca Universitaria “Raúl Rangel Frías” 25 – 27 de Agosto de 2004
64. SANDOVAL H.G. Principales indicaciones del uso de la nutrición parenteral total en el Hospital Central Militar .Rev. Sanid. Milit Méx. 2004; 58(2) Mar.-Abr: 84-87.
65. Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R, Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. An Esp Pediatr 2000; 52 (Supl. 3): 1-33.
66. Hilev L. M., Dr.León P.D.y col. Nutrición enteral vs. Nutrición parenteral en el paciente crítico Acta medica 2003;11(1):26-37

67. Pineda P. S *Soporte nutricional en la atención primaria de salud* Rev. Cubana Med Gen Integr 2003;19(3)
68. <http://www.TelAbility.org>