

UF10

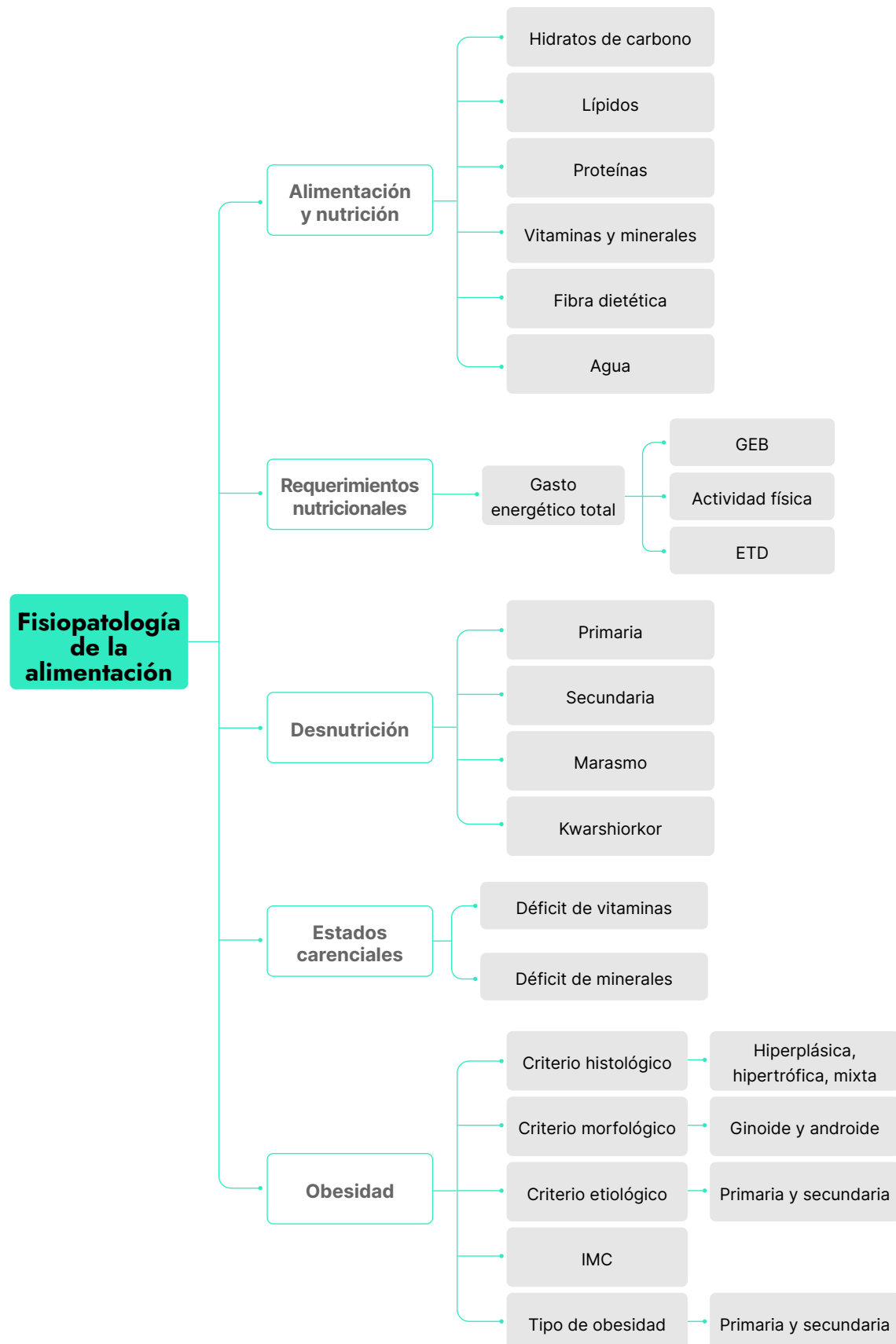
Fisiopatología de la alimentación

Fisiopatología general

ÍNDICE

Mapa conceptual	03
1 Alimentación y nutrición.....	04
2 Requerimientos nutricionales de una dieta equilibrada.....	09
2.1. Gasto energético basal y gasto energético total	09
2.2. Composición de una dieta equilibrada	10
3 Fisiopatología de la desnutrición.....	14
3.1. Concepto	14
3.2. Clasificación de la desnutrición calórico-proteica	15
4 Estados carenciales: déficit de vitaminas o minerales	18
5 Clasificación y mecanismos fisiopatológicos de la obesidad	25
5.1. Regulación de la sensación de hambre y saciedad.....	27
5.2. Obesidad	28
5.3. Riesgos asociados a la obesidad	29

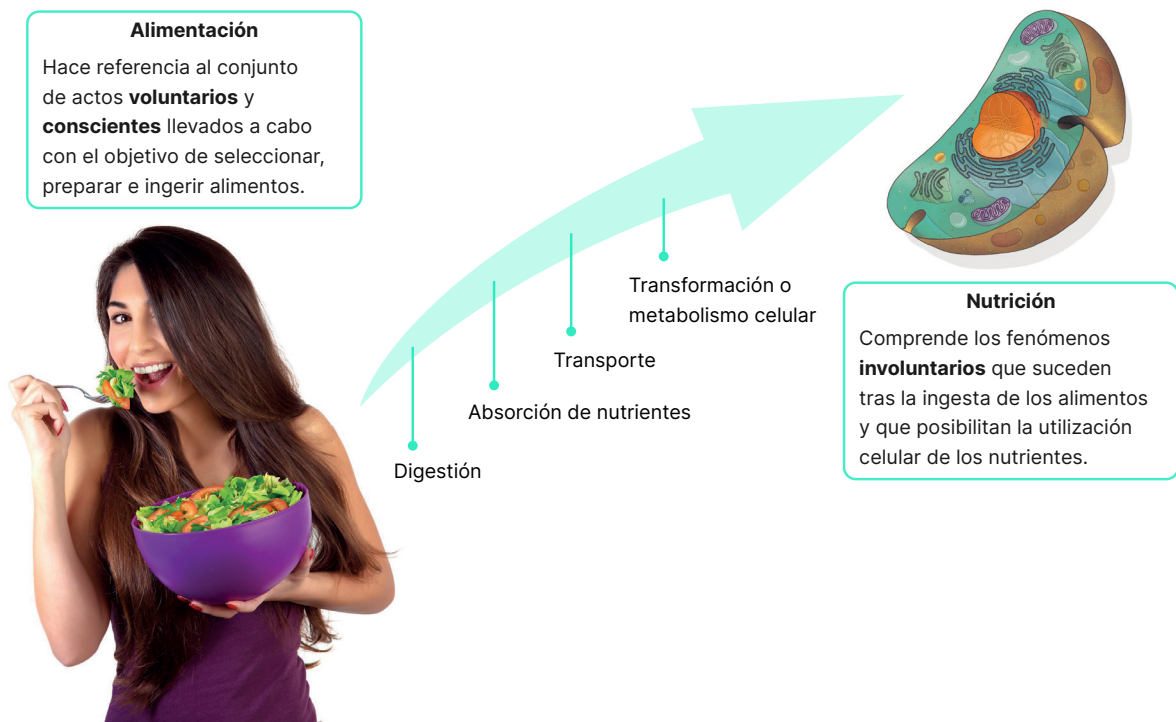
Mapa conceptual



01 Alimentación y nutrición

Los humanos, al igual que el resto de los seres vivos necesitamos de un **aporte continuo de distintos nutrientes** que permitan tanto la supervivencia como el desarrollo (físico y mental) óptimo.

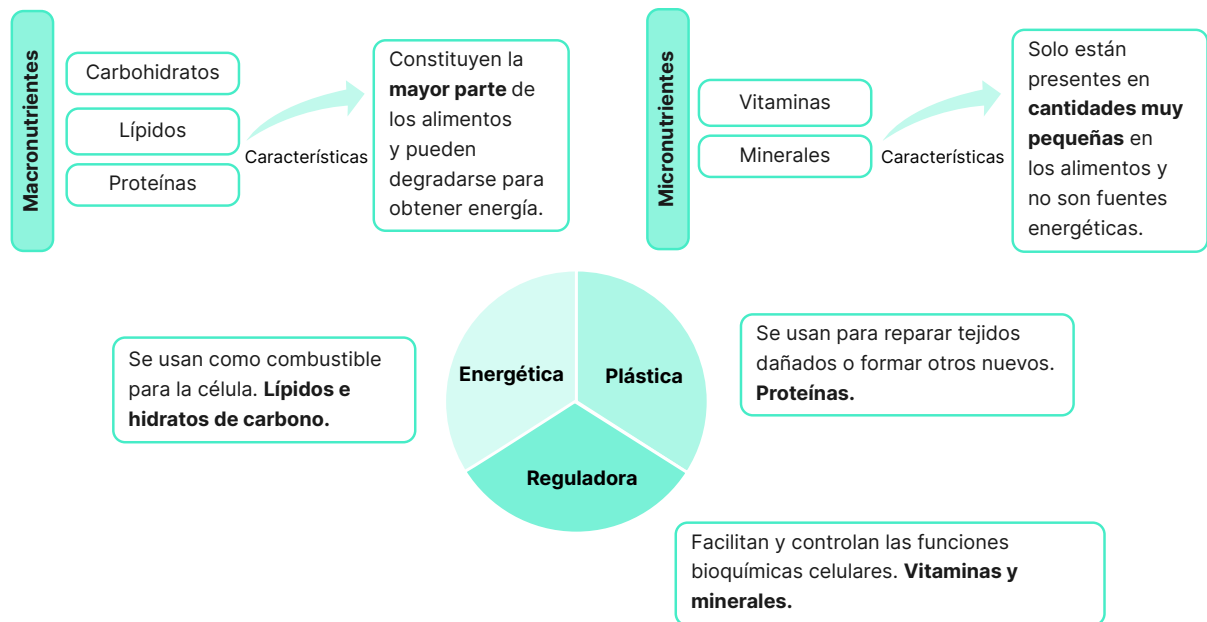
Para cumplir con este con objetivo, las personas deben llevar a cabo dos procesos fundamentales, la **alimentación** y la **nutrición**, que están íntimamente relacionados, aunque no son sinónimos.



Esquema 1. Alimentación y nutrición.

Este proceso es fundamental, ya que muchos de los nutrientes que componen los alimentos se encuentran en forma de macromoléculas imposibles de utilizar directamente por las células de nuestro organismo.

Podemos clasificar los nutrientes que ingerimos según la **proporción que suponen en los alimentos** y según la **función principal** que desempeñan en el organismo. Así, encontramos:



Esquema 2. Clasificación de los nutrientes.

Además, vamos a estudiar las **funciones específicas de cada grupo de nutrientes**:

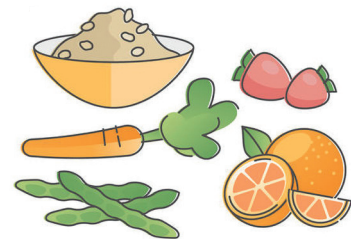
- **Hidratos de carbono.** Su función principal es aportar energía (ATP), que se obtiene mediante su degradación oxidativa (1gr aporta 4 kcal). No obstante, algunos hidratos de carbono desarrollan funciones de tipo estructural, formando parte de los **ácidos nucleicos** (ribosa y desoxirribosa), del **tejido conectivo** (mucopolisacáridos) y del **tejido nervioso** (galactósidos).
- **Lípidos.** Su degradación oxidativa aporta gran cantidad de energía (1 gr aporta 9 kcal), constituyendo la principal forma de **reserva energética a largo plazo** (triglicéridos). Además, son componentes de las membranas celulares (fosfolípidos y colesterol) y **precursores** de algunas vitaminas (como el colesterol para la vitamina D), de las **sales biliares** (que permiten la emulsión intestinal de las grasas, favoreciendo su digestión y posterior absorción) y de las **prostaglandinas**, los **tromboxanos** y los **leucotrienos**, así como de distintas **hormonas** (como el cortisol y la aldosterona, o las hormonas sexuales producidas en las gónadas).
- **Proteínas.** Su principal función es **plástica** (constituyen casi el 50 % del peso seco de las células), por lo que no suelen emplearse como fuente energética (1gr aporta 4Kcal). Además, forman parte de determinadas **hormonas** (como la insulina y el glucagón) y de las **enzimas** (actuando como catalizadores de múltiples reacciones químicas), y participan en el transporte del oxígeno (hemoglobina) y de otras moléculas, en la regulación genética y en la función inmune (las inmunoglobulinas, por ejemplo, son de naturaleza proteica).

- **Vitaminas y minerales.** No aportan energía. Su función principal es **reguladora**. Algunos minerales participan como cofactores en procesos enzimáticos o forman parte de estructuras orgánicas, como los huesos o los dientes. En cuanto a las vitaminas, sus funciones son también muy diversas: entre otras, regulan el crecimiento óseo, permiten la diferenciación celular de los epitelios, etc. Las analizaremos con más detenimiento en el epígrafe 4 de esta Unidad.

Además de estos nutrientes, debemos destacar la importancia de otros dos elementos presentes en la dieta: la **fibra dietética** y el **agua**.

- **Fibra dietética.** Incluye sustancias que no pueden ser digeridas por el organismo, aunque, en general, sí son fermentadas en mayor o menor grado a nivel del intestino grueso. Su consumo aporta **múltiples beneficios**. Se encuentra en **alimentos de origen vegetal**. Podemos distinguir dos **tipos**:

Fibra soluble. Incluye **mucílagos, gomas, pectinas y parte de las hemicelulosas**. Enlentece el vaciado gástrico, favoreciendo la sensación de saciedad, así como el peristaltismo intestinal al facilitar una absorción más gradual de los nutrientes. Además, los **ácidos grasos de cadena corta volátiles** que se forman como consecuencia de su degradación por la flora intestinal suponen la principal fuente de energía para el colonocito.



Fibra insoluble. Incluye la **celulosa, parte de las hemicelulosas y la lignina**. Esta última no es fermentable ni degradable por parte de la microbiota intestinal. Sin embargo, tiene una gran capacidad para retener agua, aumentando el volumen de las heces y, como consecuencia, el peristaltismo, por lo que es muy útil contra el estreñimiento.



Tabla 1. Fibra soluble y fibra insoluble.

OTROS EFECTOS BENEFICIOSOS DE LA FIBRA DIETÉTICA

- Favorece la regulación del tránsito intestinal y la sensación de saciedad.
- Mejora la homeostasis de la glucosa, disminuyendo incluso la resistencia a la insulina en pacientes diabéticos.
- Reduce los niveles de colesterol LDL en sangre, previniendo la aterosclerosis.
- Se ha descrito un efecto preventivo sobre el desarrollo de determinados tipos de cáncer, como el de colon o el de mama en pacientes con dietas ricas en fibra.

Tabla 2. Beneficios de la fibra.

- **Agua.** Es **imprescindible** para la vida. Supone en torno al **60-70 % del peso de una persona**. Su cantidad depende, entre otros factores, de la edad del individuo, del porcentaje de grasa corporal y de su sexo (las mujeres tienen mayor proporción de grasa y menos de agua que los hombres). Asimismo, la encontraremos en distintas proporciones según el órgano que analicemos, siendo los órganos más activos, desde un punto de vista bioquímico, aquellos que contienen mayor cantidad de agua.

Entre sus **funciones** cabe destacar que participa en multitud de reacciones enzimáticas, aportando un medio adecuado, actuando como sustrato o siendo el producto final, que actúa como solvente de múltiples moléculas en el organismo, que forma parte de la sangre, de la linfa y de secreciones corporales como la saliva, que constituye un medio eficaz para eliminar residuos y que contribuye al mantenimiento de la temperatura corporal.

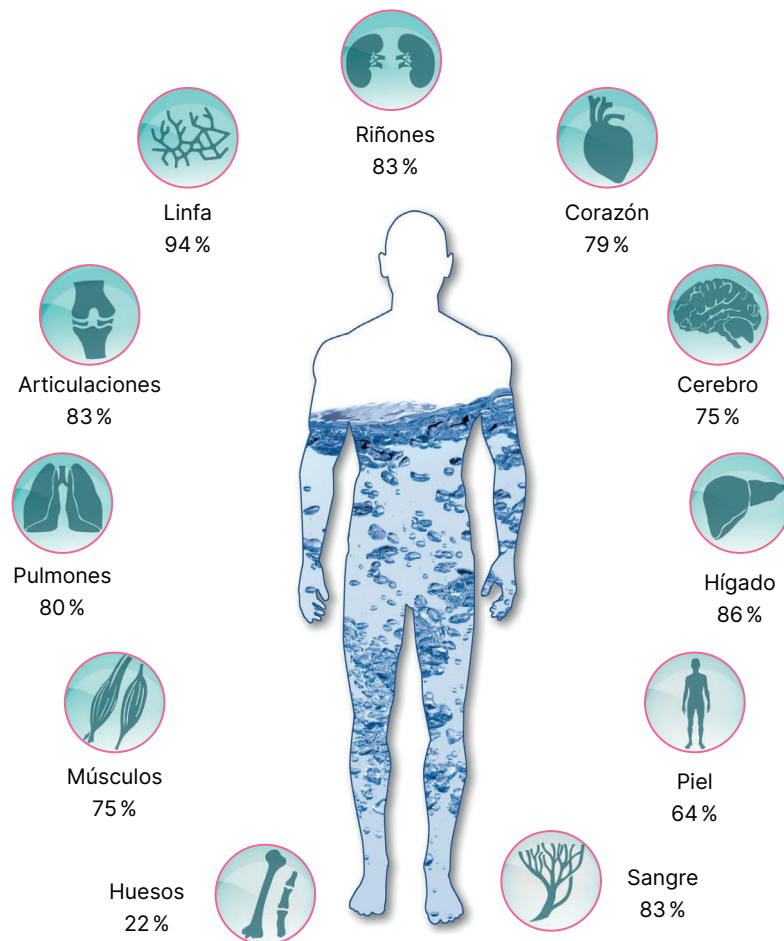
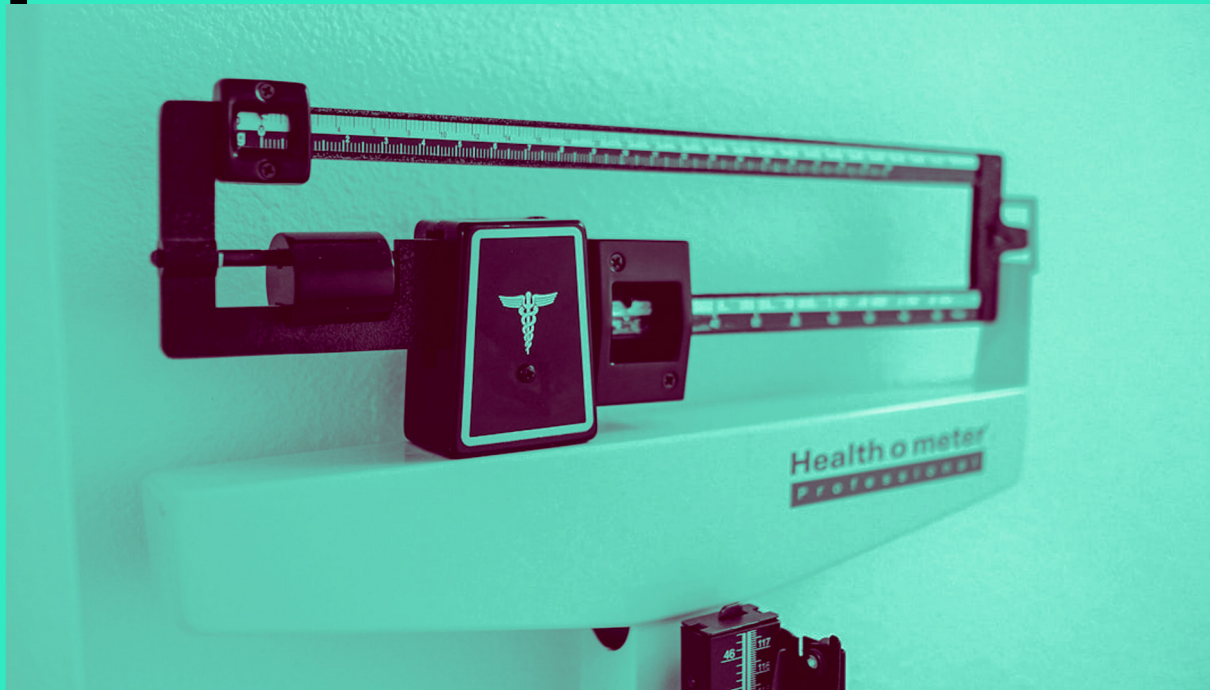


Fig. 1. Porcentaje de agua.

1

CASO PRÁCTICO



LA FIBROSIS QUÍSTICA

Javier es un chico de 20 años que padece de fibrosis quística. En los últimos meses ha perdido mucho peso y, además, presenta esteatorrea. Tras realizar las pruebas correspondientes, su médico le ha dicho que ha desarrollado una insuficiencia pancreática exocrina. ¿A qué proceso afectará principalmente esta patología, a la alimentación o a la nutrición?

SOLUCIÓN

La fibrosis quística es una patología crónica hereditaria en la que se produce un aumento en la densidad y la viscosidad de las secreciones exocrinas. Aunque afecta a distintos órganos y sistemas, las manifestaciones clínicas más importantes se producen a nivel pulmonar y pancreático. En este último caso puede producir IPE, lo que se traduce en la reducción o la ausencia de enzimas pancreáticas, provocando una importante alteración en la digestión y en la absorción de distintos principios inmediatos, como las grasas. Por ello, concluimos que afecta principalmente al proceso de nutrición.

02 Requerimientos nutricionales de una dieta equilibrada

DEFINICIÓN

Un **estado nutricional óptimo** es aquel que permite el desarrollo pleno de todas las funciones celulares. Para alcanzarlo y mantenerlo es necesario llevar una **dieta equilibrada**, que aporte alimentos variados en cantidades adaptadas a los requerimientos y las condiciones personales de cada individuo.

2.1. Gasto energético basal y gasto energético total

Cada persona requiere un aporte energético determinado para cubrir sus necesidades diarias de forma satisfactoria. En este sentido, hay que destacar los conceptos de **gasto energético basal (GEB)** y **gasto energético total (GET)**. Ambos se expresan normalmente en Kcal.

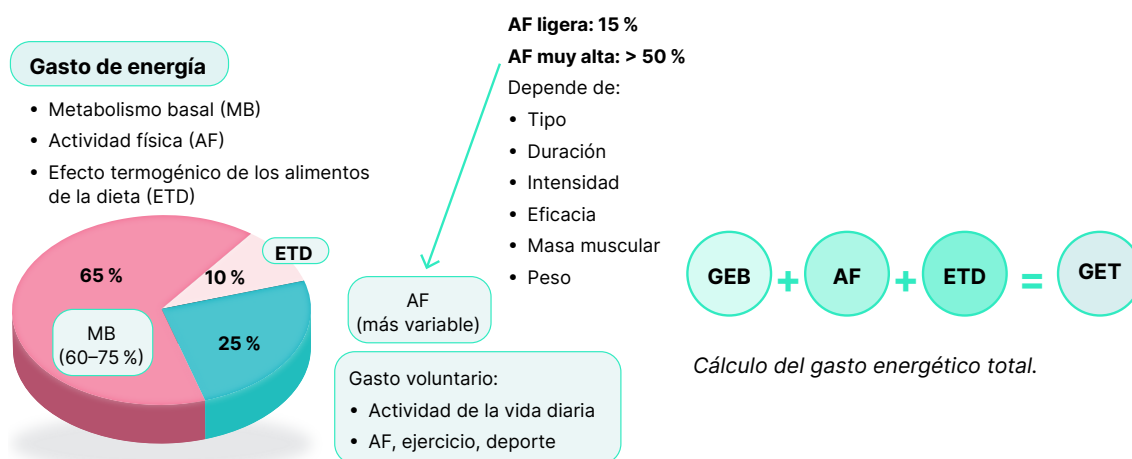
IMPORTANTE

La **caloría** es una unidad de medida del **contenido energético de los alimentos**, es decir, nos informa del rendimiento energético que las células pueden obtener degradando los componentes de un determinado alimento o macronutriente.

1 Kcal equivale a 1000 cal

Definimos el **GEB** como la energía mínima necesaria para mantener las funciones vitales del individuo en reposo, es decir, la actividad cardiorrespiratoria, el mantenimiento de la temperatura corporal, el mantenimiento del tono muscular, etc. Puede suponer entre el 65-75 % del GET.

El concepto de **GET** es más amplio. Incluye, además del **GEB**, la **actividad física (AF)** y la **termogénesis inducida por los alimentos (ETD)**, es decir, la energía que el organismo emplea en la digestión, la absorción, el transporte, el metabolismo y el almacenamiento de los alimentos y sus nutrientes.



Esquema 3. Componentes del gasto energético.

2.2. Composición de una dieta equilibrada



¿SABÍAS QUE...?

Los **requerimientos nutricionales** de un individuo engloban tanto el aporte energético como las necesidades de nutrientes plásticos o reguladores. Además, resulta fundamental el consumo de fibra dietética y agua.

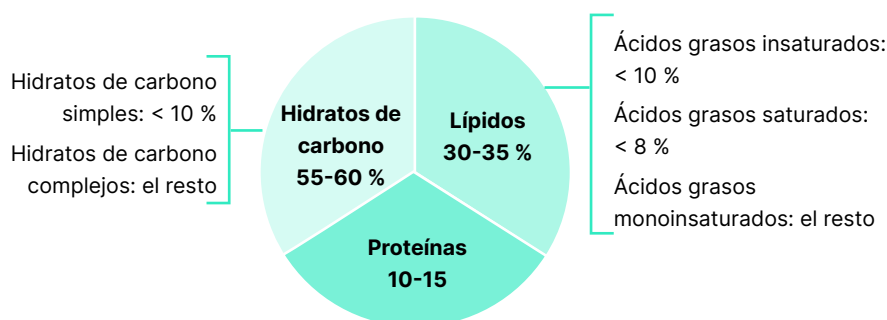
Por otro lado, debemos tener en cuenta que los procesos de biosíntesis orgánica no permiten sintetizar todas las moléculas necesarias para el desarrollo de un correcto funcionamiento celular. Es el caso de los **nutrientes esenciales**, que deben aportarse íntegramente mediante la dieta, o de los **nutrientes semiesenciales**, que pueden sintetizarse de forma endógena, pero, o bien la cantidad producida es insuficiente, o bien su síntesis puede verse alterada en determinadas situaciones fisiológicas o patológicas, lo que determina la necesidad de su aporte dietético.

No obstante, el hecho de que el organismo pueda sintetizar los **nutrientes no esenciales** no implica que no deban ingerirse con la dieta, ya que su biosíntesis puede ser menos eficiente a nivel energético, consumir nutrientes esenciales, etc.

Existen **tablas** publicadas con **recomendaciones específicas de consumo diario** para personas sanas de los distintos nutrientes en función de la edad y el sexo, como las **RDA** (que indican el nivel de ingesta de un nutriente suficiente para el 97-98 % de los individuos de la población sana). Nosotros veremos a continuación unas **recomendaciones generales de consumo diario** de macronutrientes, agua y fibra dietética para personas sanas, aunque debemos considerar que deben adaptarse a la situación particular de cada persona, su etapa vital, su actividad física, etc.

Si nos fijamos en los **macronutrientes**:

- **Carbohidratos.** Aunque la glucosa puede formarse de forma endógena a partir de otros sustratos no glucídicos, como aminoácidos y glicerol (obtenido de la degradación de los ácidos grasos), se debe asegurar una ingesta mínima diaria que evite la degradación proteica y la formación de cuerpos cetónicos. **Deben suponer entre el 55 y el 60 % del total de las calorías diarias.**
- **Grasas.** Resulta fundamental el consumo de los llamados **ácidos grasos esenciales** α -linolénico (C18:3 ω -3) y linoleico (18:2 ω -6). Las grasas deberían suponer en torno al **30 %** del aporte calórico diario, pudiendo llegar al **35 %** si el incremento corresponde a ácidos grasos insaturados.
- **Proteínas.** Nueve de los veinte aminoácidos que componen las proteínas humanas son esenciales, y seis se consideran semiesenciales. Deben suponer entre el **10 y el 15 % del valor calórico total diario.**



Esquema 4. Porcentaje de macronutrientes orgánicos.

En cuanto al consumo de fibra alimentaria y agua:

- **Fibra alimentaria:** su consumo diario recomendado es de **20 a 35 gramos**.
- **Agua:** el consumo diario de agua depende de distintos factores, como la actividad física y la temperatura ambiental. En condiciones normales, se estima que se deben consumir en torno a 35 mL/kg en adultos.

A modo de resumen, las recomendaciones generales de consumo de alimentos para llevar una dieta equilibrada son las siguientes:

	GRUPO DE ALIMENTOS	NÚMERO DE RACIONES	CANTIDAD EN CRUDO
Consumo diario	Patatas, arroz, pan y pasta	4-6/día, mejor en forma integral	60-80 gr de pasta o arroz 40-60 gr de pan 150-200 gr de patatas
	Verduras y hortalizas	>2/día	150-200 gr
	Frutas	>3/día	120-200 gr
	Aceite de oliva	3-6/día	10 mL
	Leche y derivados	2-4/día	200-250 mL de leche 200-250 gr de yogur 40-60 gr de queso curado 80-125 gr de queso fresco
Consumo semanal	Legumbres	2-4/semana	60-80 gr
	Pescados	3-4/semana	125-150 gr
	Carnes magras, aves y huevos	3-4/semana	100-125 gr
	Frutos secos	3-7/semana	20-30 gr
Consumo esporádico	Dulces, refrescos, bollería, mantequilla, embutidos y carnes grasas.		

Tabla 3. Recomendaciones nutricionales.

2

CASO PRÁCTICO



UNA DIETA EQUILIBRADA

Enrique es un hombre de 45 años. Su estado de salud es bueno, y su peso, adecuado gracias a que mantiene una actividad física moderada y su dieta es equilibrada en cuanto a su aporte energético y de nutrientes. Considerando que ingiere entorno a unas 3000 Kcal diarias, calcula la contribución al valor calórico total diario que debe suponer cada macronutriente.

SOLUCIÓN

En una dieta equilibrada, los hidratos de carbono deben suponer entre el 55 y el 60 % del valor calórico total, es decir, en este caso aportarán entre 1650 y 1800 Kcal; las proteínas deben suponer entre el 10 y el 15 %, es decir, entre 300 y 450 Kcal; y las grasas, entre el 30 y el 35 %, por lo que supondrán entre 900 y 1050 Kcal.

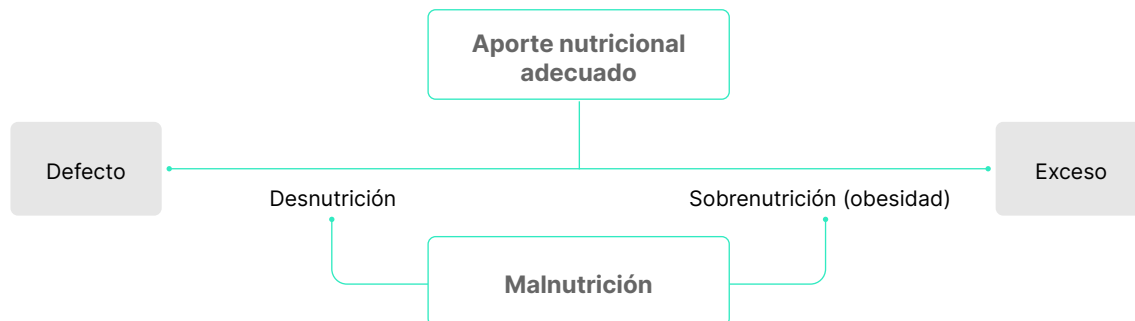
03 Fisiopatología de la desnutrición



¿SABÍAS QUE...?

Numerosas **patologías** guardan una estrecha relación con la **dieta**. Algunas de ellas pueden producirse como consecuencia de una disminución de la disponibilidad celular de nutrientes, mientras que otras se deben justamente al hecho contrario. Ambos grupos de patologías se engloban en el término **malnutrición**.

Dentro del primer grupo de enfermedades encontramos la **desnutrición calórico-proteica** y las patologías secundarias a **estados carenciales de vitaminas y minerales**. En este apartado nos centraremos en la desnutrición calórico-proteica y sus mecanismos fisiopatológicos.



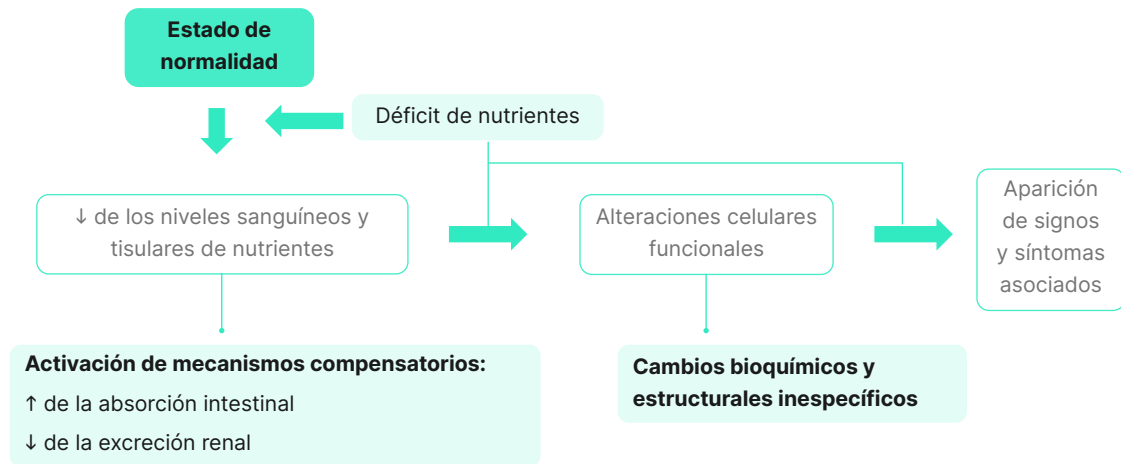
Esquema 5. Desequilibrio nutricional.

3.1. Concepto

La **desnutrición calórico-proteica** se define como el conjunto de alteraciones provocadas como consecuencia de una deficiencia de macronutrientes. Además, es frecuente que se asocie a estados carenciales por déficit de vitaminas y minerales.

Comienza cuando el aporte de nutrientes resulta insuficiente para cubrir las necesidades celulares. Inicialmente, las repercusiones se producen a nivel bioquímico y estructural de la célula, sin llegar a dar lugar a sintomatología clínica. Sin embargo, si este déficit se mantiene, el cuadro progresará de forma continua hasta producir una patología sintomática.

La **secuencia del estado de déficit nutricional** en el organismo es la siguiente:



Esquema 7. Déficit nutricional.

3.2. Clasificación de la desnutrición calórico-proteica

En función de su **etiología**, podemos diferenciar dos tipos de desnutrición:

- **Desnutrición primaria:** la carencia se produce como consecuencia de la falta de disponibilidad de alimentos. Se asocia fundamentalmente a la pobreza.
- **Desnutrición secundaria:** la deficiencia se produce como consecuencia de patologías o fármacos que afectan a la ingesta, la digestión, la absorción o el metabolismo de los nutrientes y que provocan un incremento de su demanda celular (no compensada) o una pérdida excesiva de ellos.

La desnutrición primaria se da con más frecuencia en niños en países en vías de desarrollo, mientras que en los países industrializados, donde es infrecuente, tiene una mayor incidencia en ancianos que viven solos o en residencias, predominando por tanto los casos de desnutrición secundaria asociada a patologías como el cáncer, los problemas digestivos graves, la desnutrición hospitalaria, etc.

Dentro de la **desnutrición calórico-proteica primaria crónica en niños** podemos diferenciar dos formas típicas:

- **Desnutrición tipo marasmo o forma seca.** Se trata de una **desnutrición mixta (presenta déficit calórico y proteico), con predominio de déficit energético**. Es más frecuente en niños menores de 18 meses. La situación prolongada de semiayuno conduce a la movilización de las reservas grasas y a la degradación de las proteínas presentes en el tejido muscular, obteniéndose aminoácidos que serán utilizados para sintetizar glucosa mediante neoglucogénesis, y albúmina. Por este motivo, se produce una importante pérdida de peso ($\geq 60\%$ comparado con lo normal para el sexo y la edad), pero no aparecen edemas.
- **Desnutrición tipo Kwarshiorkor.** Se produce un predominio del déficit proteico, que se hace extremo, provocando la aparición característica de edema de localización periférica y periorbitaria. También es característico el aspecto «abombado» del abdomen, que se debe a la combinación de debilidad de los músculos abdominales, hepatomegalia y ascitis. Es más frecuente en niños de entre 1 y 5 años, y supone una situación de riesgo en países con escasos recursos. Las causas pueden ser dietas ricas en carbohidratos y pobres en proteínas, una desnutrición calórico-proteica previa acompañada de procesos inflamatorios o infecciosos que inducen un incremento de los requerimientos o incluso el destete temprano por nacimiento de otro hermano.

OTROS SÍNTOMAS DE LA DESNUTRICIÓN CALÓRICO-PROTEICA EN NIÑOS

- Atrofia de la mucosa gástrica.
- Atrofia de las microvellosidades intestinales, con una disminución de la producción de las enzimas del borde en cepillo.
- Disminución de la secreción pancreática y biliar.
- Alteración de la motilidad intestinal.
- Disminución del gasto cardíaco.
- Disminución de los niveles de hormonas tiroideas, lo que provoca una reducción del metabolismo basal.
- Retraso en el crecimiento.
- Estrés metabólico (se acompaña de un aumento en la liberación de adrenalina y cortisol).
- Inmunodepresión, que favorece el desarrollo de infecciones.

Tabla 4. Otros síntomas de la desnutrición calórico-proteica en niños.

En los **adultos**, la caquexia (delgadez extrema por pérdida de tejido adiposo y muscular) es más evidente en las zonas que normalmente presentan depósitos grasos. La pérdida del tejido muscular provoca que las estructuras óseas resulten evidentes a simple vista. La piel se vuelve fina, seca, pálida, fría y poco elástica. El cabello tiene aspecto ralo, seco y quebradizo. Se altera la cicatrización de las heridas. En los ancianos aumenta el riesgo de fractura de cadera y úlceras por decúbito.

3

CASO PRÁCTICO



DESNUTRICIÓN SECUNDARIA

María es una mujer de 40 años. En los últimos meses ha estado recibiendo radioterapia en la zona del cuello por una lesión cancerosa. Como consecuencia ha desarrollado una mucositis que ha limitado en parte su dieta, disminuyendo el aporte de alimentos ricos en determinados nutrientes. No obstante, hasta el momento María no presenta síntomas de malnutrición. ¿Puede que se estén produciendo cambios en su organismo como consecuencia de este aporte deficitario, aunque no se observe sintomatología externa?

SOLUCIÓN

Sí, el aporte deficitario de nutrientes condiciona en primera instancia el desarrollo de mecanismos compensatorios dirigidos a aumentar la absorción intestinal del nutriente y reducir su eliminación. Además, antes de desarrollar una sintomatología propia se producen cambios a nivel del funcionamiento celular.

04 Estados carenciales: déficit de vitaminas o minerales

Como hemos visto, los micronutrientes (vitaminas y minerales) desempeñan funciones imprescindibles para el normal funcionamiento del organismo. Aunque algunas vitaminas pueden ser **sintetizadas de forma endógena** (como la vitamina D, la vitamina K y la biotina por la microflora intestinal y la niacina a partir del triptófano), otras vitaminas y todos los minerales tienen como **única fuente la alimentación**.

El déficit del aporte de micronutrientes al organismo sigue el mismo esquema del apartado 3.1. Una vez instaurada la enfermedad clínica, se observarán un **conjunto de signos y síntomas** bien caracterizados para cada vitamina y mineral. El tiempo transcurrido para el desarrollo de un estado carencial es variable para cada nutriente y para cada individuo, dependiendo también de los depósitos de reserva de partida.

IMPORTANTE

La **deficiencia de un nutriente puede ser absoluta o relativa**, es decir, puede deberse a que realmente exista un aporte nutricional menor que los requerimientos generales estimados para la población sana, o puede que se alcance esta cantidad recomendada pero existan circunstancias que provoquen un aumento en la demanda.

Por ejemplo, los requerimientos de vitamina C alcanzan los 100 mg/día en fumadores frente a los 60 necesarios para no fumadores, por lo que una ingesta diaria suficiente para un no fumador resultaría insuficiente en un fumador, pudiendo dar lugar a alteraciones en su organismo.

Las principales **causas** del desarrollo de **estados carenciales** en los países occidentales son las siguientes:

- **Alteraciones en la ingesta de nutrientes**, que pueden darse, por ejemplo, en pacientes con patologías de cavidad oral que condicionen la necesidad de llevar una dieta triturada si no se presta atención a su equilibrio nutricional.
- **Patologías** que conllevan una **alteración de los procesos digestivos o absortivos**, ya sea por la enfermedad en sí (déficit de vitamina B12 por afectación severa del íleon terminal en enfermedad de Crohn) o porque conducen a una resección quirúrgica intestinal extensa o de localizaciones con funciones específicas.
- **Interacciones fármaco-nutriente o entre distintos nutrientes de la dieta** que dificultan su digestión o absorción. Por ejemplo, la administración de tetraciclina con lácteos, que provoca una disminución de la absorción, tanto del fármaco como del calcio de la leche, o la combinación de fitatos con zinc, que condiciona la formación de complejos insolubles que imposibilitan la absorción del mineral.
- **Pérdidas extraordinarias** por orina, drenajes, fístulas, etc.
- **Patologías** que provocan un **incremento importante en la demanda metabólica**, como ocurre en situaciones de estrés catabólico por politraumatismos, sepsis, etc.

En la siguiente tabla se recogen los **principales grupos de riesgo** en los países occidentales y los estados carenciales que se asocian a ellos con más frecuencia:

GRUPOS DE RIESGO Y ESTADOS CARENCIALES ASOCIADOS

Gastrectomía: vitamina B12 y Fe.	Diálisis: Vitaminas hidrosolubles y Zn.
Resección de íleon distal: vitamina B12.	Embarazadas: vitaminas hidrosolubles.
Resección de yeyuno: casi todas las vitaminas.	Dieta vegetariana estricta: vitamina B12 y Se.
Pancreatectomía: vitaminas liposolubles.	Tabaquismo: vitaminas C y E.
Enfermedad de vías biliares: vitaminas liposolubles.	Ancianos: variables según patología y medicación asociadas.
Alcoholismo: vitaminas A, B6, D, ácido fólico, Ca, Zn, Se, etc.	Dietas con restricción lipídica estricta: vitaminas liposolubles.
	Dietas ricas en mandioca: yodo.

Tabla 5. Grupos de riesgo y estados carenciales asociados.

Aunque los estados carenciales pueden afectar a diversos órganos o sistemas, son los tejidos de rápida división (tracto digestivo, médula ósea, pelo, etc.) los que normalmente manifiestan signos de déficit en primer lugar.

El ser humano necesita trece vitaminas, de las cuales cuatro son liposolubles y el resto hidrosolubles. Se estima, además, que el número de minerales esenciales está en torno a los veinte.

A continuación describiremos las deficiencias vitamínicas y minerales.

	DÉFICITS VITAMÍNICOS		
	Función	Síntomas del déficit	Fuentes dietéticas
Vitamina D	Facilita la absorción intestinal de Ca y P y la mineralización ósea.	Raquitismo en niños y osteomalacia en adultos.	Pescados grasos, huevos, hígado y lácteos enteros. Supone el 10 % del total.
Vitamina A	Forma parte de los pigmentos visuales, aporta resistencia a infecciones y participa en la diferenciación de los epitelios especializados.	Xeroftalmia y ceguera nocturna, queratomalacia, manchas de Bitot, metaplasia escamosa, sequedad de mucosas y vulnerabilidad a infecciones.	Lácteos enteros, huevos e hígado, espinacas y vegetales de hoja verde, albaricoque, zanahoria...
Ácido fólico (B9)	Participa en la formación de las células sanguíneas y del ADN en las células en fase de división rápida.	Defectos del tubo neural del feto y anemia megaloblástica.	Vegetales de hoja verde, legumbres e hígado.
Vitamina B12	Es necesaria para el normal metabolismo del folato y la síntesis de ADN, y participa en el mantenimiento de la mielinización de los cordones medulares.	Anemia perniciosa (por falta de FI) y megaloblástica, alteraciones de la mielogénesis y glositis.	Alimentos de origen animal: carne, pescados, pollo, lácteos y huevos.
E o tocoferol	Antioxidante.	Anemia, lesiones renales y del aparato genital.	Aceites vegetales, cereales enteros y huevos.
K o filoquinona	Participa en la formación de varios factores de la coagulación.	Hemorragias y alteraciones de la coagulación sanguínea.	Aceites vegetales, cebollas y vegetales verdes, como espinacas, lechuga, brócoli y col.
B1 o tiamina	Interviene en el metabolismo energético y en la transmisión nerviosa.	Beriberi (neuritis, hipertrofia cardíaca, edema, debilidad muscular, pérdida de reflejos y parálisis).	Cereales completos, legumbres, carne, hígado, frutos secos, verduras y leche.
B2 o riboflavina	Interviene como coenzima en el metabolismo energético.	Fotofobia, queilosis, vascularización corneal, glositis.	Vísceras, carne, huevos, harinas, leche y derivados.

B3 o niacina	Interviene como coenzima en el metabolismo energético.	Pelagra (diarrea, dermatitis, demencia).	Cereales completos, vísceras, carnes, pescados, legumbres y huevos.
B5 o ácido pantoténico	Participa como coenzima en la síntesis de lípidos, hidratos de carbono y algunos aminoácidos.	Extremadamente rara de forma aislada; fatiga, trastornos del sueño, náuseas y alteraciones neurológicas, calambres, etc.	Distribución universal (en especial, vísceras y yema de huevo).
B6 o piridoxina	Participa como coenzima en el metabolismo de los aminoácidos, en la formación de la Hb y de ácidos nucleicos. También se relaciona con las funciones cognitiva e inmune.	Poco frecuente, provoca retraso del crecimiento, anemia hipocrómica, glositis, depresión y convulsiones.	Cereales, hígado, frutos secos, carnes, pescados, plátano.
B8 o biotina	Participa como coenzima en el metabolismo de los hidratos de carbono, de los ácidos grasos y de algunos aminoácidos.	Muy rara, salvo por consumo elevado de huevo crudo (avidina). Produce acidosis metabólica, alopecia y alteraciones digestivas.	Vísceras, pescados, huevos, legumbres.
C o ácido ascórbico	Gran capacidad antioxidante; además, actúa como cofactor en la síntesis de moléculas como el colágeno y algunos neurotransmisores.	Escorbuto (produce alteraciones en el tejido conectivo que tienen como consecuencia degeneración de la piel, encías rojas y sangrantes, hemorragias subcutáneas, hinchazón articular y alteraciones en la cicatrización).	Frutas y hortalizas (naranjas, limones, fresas, coliflor, lechuga).

Tabla 6. Déficit vitamínicos.

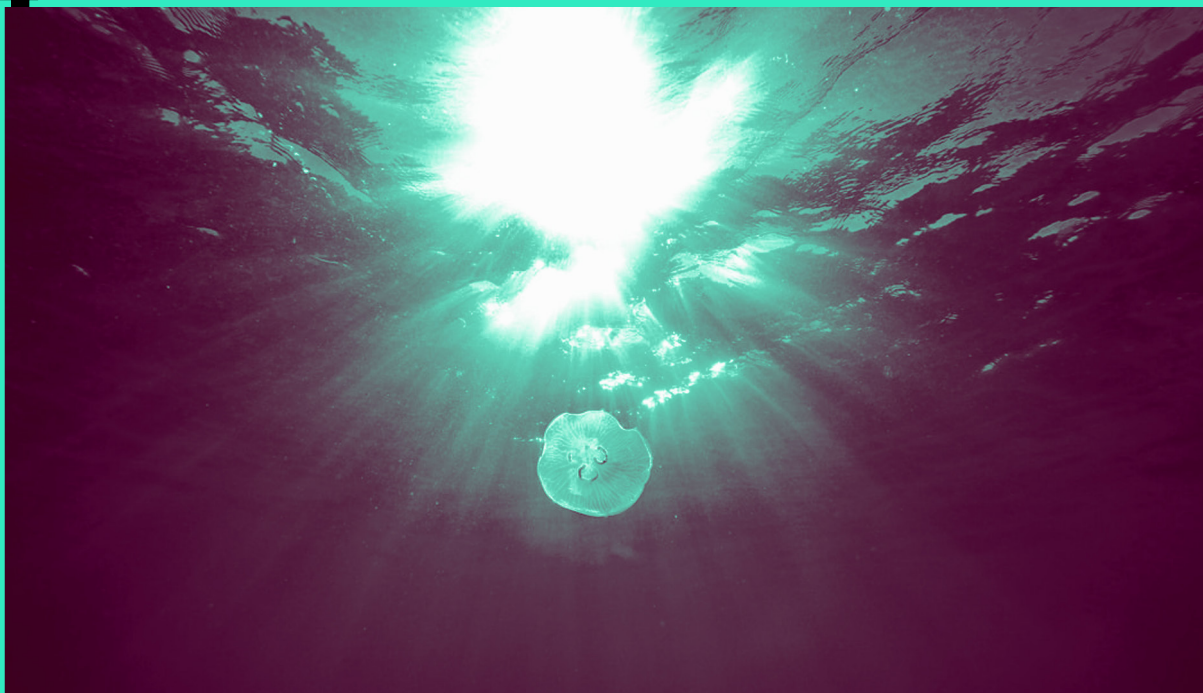
DÉFICITS MINERALES			
	Función	Síntomas del déficit	Fuentes dietéticas
Zinc (Zn)	Forma parte del hueso, y es fundamental para el crecimiento y el desarrollo del sistema inmune.	Retraso en el crecimiento y la maduración sexual, retraso en la cicatrización y disminución de la sensación gustativa.	Carnes, pescados, pollo, vegetales integrales y algunas algas.
Hierro (Fe)	Forma parte de la hemoglobina (transporte de oxígeno en sangre) y de la mioglobina muscular, y participa en la transferencia de electrones y en la neurotransmisión.	Anemia ferropénica (microcítica e hipocrómica, que cursa con palidez, fatiga, debilidad, etc.).	Vegetales (legumbres, frutos secos, etc.): 100 % Fe no hemo. Productos animales (carnes rojas, vísceras, etc.): 60 % Fe no hemo y 40 % Fe hemo (alta biodisponibilidad).
Yodo	Forma parte de las hormonas tiroideas T3 y T4 (regulan el metabolismo celular y la temperatura corporal, y son fundamentales para el crecimiento).	Bocio, hipotiroidismo, retraso del crecimiento en niños y cretinismo (deficiencia mental, parálisis bilateral espástica por las alteraciones sufridas en el desarrollo fetal).	Alimentos de origen marino. La concentración de yodo en hortalizas, frutas y cereales depende de las características del suelo y del agua de cultivo.
Selenio (se)	Posee un efecto antioxidante, previene la formación de radicales libres, tiene un posible papel en la prevención de aterosclerosis y cáncer y regula la función tiroidea.	Dolor muscular y debilidad, enfermedad de Keshan (miocardiopatía endémica).	Alimentos ricos en proteínas, como carnes, pescados, vísceras, legumbres, frutos secos y cereales. El contenido de selenio en alimentos vegetales depende de las características de la tierra de cultivo.
Calcio	Mineralización ósea, transmisión nerviosa, contracción y relajación muscular, coagulación.	Puede producirse por falta de vitamina D o por baja relación Ca/P en la dieta, lo que provoca raquitismo en infancia y adolescencia, y osteomalacia en edad adulta.	Leche, queso, yogur, frutos secos, legumbres, verduras, etc.

Fósforo	Forma parte de huesos y dientes. Participa en el metabolismo energético.	Poco frecuente. Desmineralización ósea y debilidad muscular.	Leche, queso, carne y cereales.
Sodio	Regulación del equilibrio hídrico. Fundamental para la transmisión nerviosa y la contracción muscular. Principal catión extracelular.	Desorientación, confusión y calambres.	Sal común y muchos alimentos.
Potasio	Mantenimiento del equilibrio hídrico, de la integridad celular. Contribuye a la transmisión nerviosa y la contracción muscular.	Parálisis y debilidad muscular.	Carnes, leche, frutas y verduras.
Magnesio	Mineralización ósea, coagulación, contracción muscular, transmisión nerviosa, inmunidad.	Fatiga, tetania, pérdida del control muscular, temblor, irritabilidad espasmos, debilidad y trombosis.	Verduras, hortalizas y cereales integrales.
Cloro	Mantenimiento del equilibrio hídrico.	Inapetencia, calambres y apatía.	Sal común.
Flúor	Previene la caries dental y también parece aumentar la dureza del tejido óseo.	Alteraciones en la dentición, mayor frecuencia de caries.	Agua, té, café y marisco.
Cobre	Regulación de la expresión génica, crecimiento, mineralización ósea; en la inmunidad, también es intermediario en la cadena de e-.	Anemia, neutropenia y malformaciones óseas.	Carnes, agua, vísceras y mariscos.

Tabla 7. Déficit minerales.

4

CASO PRÁCTICO



VITAMINA D Y OSTEOPOROSIS

Jacinta es una señora de 80 años. Su médico ha detectado que tiene osteoporosis en una densitometría ósea. Además, al hacerle una analítica sanguínea, ha visto que presenta niveles muy bajos de vitamina D. Jacinta lleva una dieta más o menos equilibrada (únicamente come poco pescado, porque no le gusta), en general sale poco a la calle y, cuando lo hace, siempre se pone crema solar con protección total, para evitar que se le produzcan manchas en la piel.

¿Crees que puede haber una relación entre la falta de vitamina D y la osteoporosis? ¿Cuál puede ser la causa del déficit en vitamina D de Jacinta, si lleva una dieta que considera normal?

SOLUCIÓN

La vitamina D desempeña un papel importante en la mineralización de los huesos, favoreciendo la absorción intestinal de calcio y fósforo y reduciendo su eliminación por vía renal, por lo que su déficit sí que puede promover la aparición de osteoporosis. La principal fuente de vitamina D en nuestro entorno procede de su síntesis endógena en la piel, por lo que la falta de exposición solar de Jacinta puede estar relacionada con su déficit de dicha vitamina. Además, los alimentos más ricos en esta vitamina son los pescados, por lo que también tiene disminuido su aporte dietético.

05 Clasificación y mecanismos fisiopatológicos de la obesidad



VÍDEO LAB

Para consultar el siguiente vídeo sobre **Obesidad infantil**, escanea el código QR o [pulsa aquí](#).

DEFINICIÓN

La **obesidad** es una enfermedad crónica y multifactorial caracterizada por un aumento de peso debido a un incremento del compartimento graso corporal.

Podemos clasificar la obesidad en función de diferentes **criterios**:

1. Criterio histológico: según la composición celular del tejido adiposo.

- **Hiperplásica.** Aumento del número de adipocitos. Aparece normalmente en la infancia o adolescencia. Más resistente al tratamiento.
- **Hipertrófica.** Aumento del tamaño de los adipocitos. Aparición típica en la edad adulta.
- **Mixta.** Combinación de las dos anteriores.

2. Criterio morfológico: según la distribución corporal del tejido adiposo.

- **Ginoide, central o tipo pera.** El exceso de grasa se localiza especialmente en la región femoral-glútea. Es más frecuente en mujeres (en parte por efecto estrogénico), y se relaciona con problemas de retorno venoso y de complicaciones artrósicas.
- **Androide, central o tipo manzana.** El exceso de grasa se localiza fundamentalmente en la parte superior del tronco, pudiendo distribuirse a su vez a nivel subcutáneo o a nivel visceral, lo cual resulta relevante, ya que su localización perivisceral conlleva un mayor riesgo cardiovascular y metabólico.



Fig. 2. Ginoide y androide.

3. Criterio etiológico: según su causa.

- **Primaria.** Se debe a una alteración en el tejido adiposo producida por un desequilibrio entre el aporte excesivo de calorías en la dieta y su consumo. Puede estar presente desde la infancia, provocando hiperplasia de los adipocitos, o establecerse entre los 20 y 40 años, a expensas de un aumento de tamaño de los adipocitos presentes. Esta última es la de mejor pronóstico.
- **Secundaria.** Se produce como consecuencia de otras patologías o de tratamientos farmacológicos. Supone entre el 4 y el 5 % de los casos.

4. Según el índice de masa corporal (IMC): es una medida que se calcula dividiendo el peso de una persona por el cuadrado de su estatura ($IMC = \text{peso}/\text{estatura}^2$). Siguiendo este criterio, la Sociedad Española de la Obesidad (SEEDO) ha establecido la siguiente clasificación:

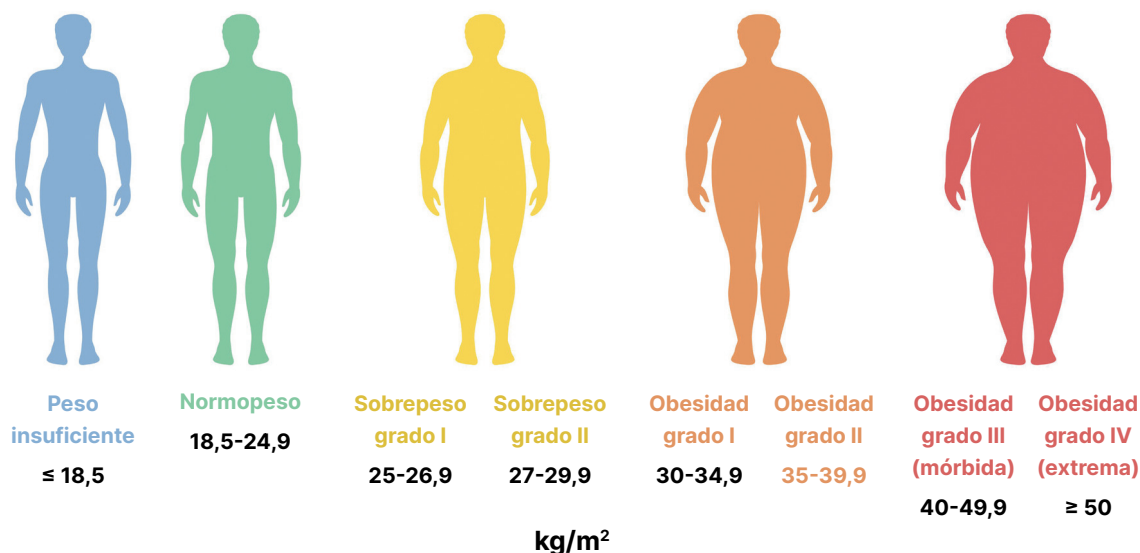


Fig. 3. Clasificación según IMC.

5.1. Regulación de la sensación de hambre y saciedad



¿SABÍAS QUE...?

Las señales que actúan sobre el centro de la saciedad hipotalámico inhibiendo la ingesta se denominan **anorexígenas**, mientras que las que actúan sobre el centro del hambre estimulando la ingesta reciben el nombre de **orexígenas**.

Los **mecanismos de regulación de la ingesta** deben encontrarse en equilibrio para mantener un peso corporal adecuado. Sin embargo, en pacientes con obesidad primaria es frecuente ver un predominio de señales orexígenas que conduce a un incremento de la ingesta.

Podemos diferenciar entre el **control a corto plazo**, que regula el inicio y final de una ingesta, y la regulación a **medio-largo plazo**, cuya finalidad es el control del peso corporal y de las reservas grasas.

Por otro lado podemos clasificar las **señales** que intervienen según su origen en **centrales** (hormonas y neurotransmisores orexígenos, como el neuropéptido Y, y anorexígenos, como la serotonina) y **periféricas** (como la grelina o la leptina).

Se trata de un proceso sumamente complejo, en el cual se produce una interrelación entre los mecanismos de regulación a corto y largo plazo. Además, debemos tener en cuenta que determinadas señales periféricas provocan la liberación de neurotransmisores a nivel central a través de los cuales ejercen sus efectos.

5.2. Obesidad

Estudiaremos las causas o factores que influyen en el desarrollo de la obesidad:

OBESIDAD PRIMARIA	Factores genéticos. Se han identificado diversos genes que podrían estar implicados en el desarrollo de la obesidad. No obstante, su expresión parece predisponer pero no determinar el desarrollo de la patología, por lo que debe coexistir con otros factores de riesgo para que esta se produzca. Se estima que < 10 % de los hijos de padres delgados presentan obesidad, mientras que el porcentaje de niños y niñas con obesidad asciende al 50 % con un progenitor obeso, y al 80 % si lo son ambos progenitores. Factores ambientales. Destacamos el consumo de dietas hipercalóricas y el sedentarismo, aunque también se ha descrito la influencia de otros factores ambientales, como un nivel socioeconómico y cultural bajo. Sexo y edad. Diversos estudios reflejan que los hombres aumentan la tendencia al sobrepeso a partir de los 55 años, y las mujeres, a partir de los 50. Alteraciones en los mecanismos de regulación del hambre. La leptina es una hormona que estimula el núcleo ventromedial hipotalámico, provocando sensación de saciedad en condiciones normales. Se ha observado que en situaciones de déficit de esta hormona o de resistencia a su efecto se incrementa la ingesta, lo que contribuye al desarrollo de sobrepeso o de obesidad.
OBESIDAD PRIMARIA	Reducción de la actividad del sistema nervioso simpático. Este hecho podría condicionar una reducción del metabolismo basal y de la termogénesis inducida por los alimentos, que se traduciría, por tanto, en un menor consumo energético total. No obstante, parece que se produce en muy raras ocasiones.
OBESIDAD SECUNDARIA	Síndromes genéticos que se asocian con una mayor incidencia de obesidad, como el síndrome de Down. Exceso de glucocorticoides, ya sean de producción endógena (síndrome de Cushing) como de administración exógena (tratamientos prolongados por enfermedades autoinmunes, etc.). Hipotiroidismo, ya que esta patología se debe a una disminución de los niveles de hormonas tiroideas, lo cual se acompaña de una reducción del metabolismo basal del individuo y, por tanto, de su gasto energético. Consumo de algunos anticonceptivos. Deficiencia de la hormona del crecimiento (GH), que se asocia a un aumento del depósito de grasa corporal. Hiperinsulinismo, ya sea por la existencia de un insulinoma o, más frecuentemente, como respuesta frente a una resistencia a la acción tisular de la insulina (diabetes tipo 2, diabetes gestacional, etc.). Estados emocionales alterados: la depresión o la ansiedad, por ejemplo, pueden generar una ingesta excesiva de alimentos como vía de escape emocional.

Tabla 8. Tipos de obesidad.

5.3. Riesgos asociados a la obesidad

La **obesidad** provoca una serie de **cambios en el organismo**, los cuales, a su vez, producen un impacto sobre el funcionamiento de los distintos aparatos o sistemas que favorece el desarrollo de **patologías asociadas**.

A continuación recogemos algunas de las más importantes.

- **Diabetes mellitus.** Existe una fuerte asociación entre la obesidad y el desarrollo de DM tipo 2, siendo ínfima la incidencia de esta enfermedad en individuos con IMC <22.
- **Cáncer.** Está descrito un aumento de la incidencia de determinados tipos de cáncer en pacientes obesos. Entre otros, destacan el cáncer de mama y el colorrectal.
- **Problemas articulares,** como artrosis (debido a la sobrecarga), y **de retorno venoso,** sobre todo en extremidades inferiores.
- **Formación de cálculos biliares,** generados por el aumento de colesterol que acompaña normalmente a la obesidad.
- **Trastornos respiratorios.** En casos de obesidad mórbida puede producirse el síndrome de hipoventilación-obesidad o **síndrome de Pickwick**. Además, el depósito de grasa a nivel cervical puede provocar una compresión de la vía respiratoria que favorezca la aparición del **síndrome de apnea obstructiva del sueño**.
- **Enfermedades cardiovasculares.** La obesidad se acompaña con frecuencia de una alteración en el perfil lipídico, de hipertensión arterial y de un exceso de trabajo cardíaco, asociándose, por tanto, a un incremento del riesgo de aterosclerosis, cardiomiopatía isquémica, accidente cerebrovascular e hipertrofia ventricular izquierda.

IMPORTANTE

El **tratamiento de la obesidad** se basa en la dieta hipocalórica y el ejercicio físico. Además, puede complementarse en determinados casos con psicoterapia, tratamiento farmacológico e incluso cirugía bariátrica.

5

CASO PRÁCTICO



LA OBESIDAD

Ángel es un hombre de 65 años que acude a consulta para que le valoren en relación con el sobrepeso que padece. En la anamnesis se reflejan los siguientes datos: IMC: 36, PC: 105 cm. En su infancia y adolescencia tenía una condición corporal dentro de la normalidad. Comenzó a coger peso a los 30 años, cuando dejó de hacer deporte a raíz de una lesión de rodilla. Refiere que años después el estrés laboral y la falta de tiempo le han llevado a incrementar mucho la ingesta de bollería industrial, snacks y productos procesados, lo que ha empeorado sustancialmente la situación.

Indica qué tipo de obesidad tiene Ángel según los distintos criterios estudiados. ¿Qué repercusiones puede tener en su salud?

SOLUCIÓN

Con los datos disponibles podemos llegar a las siguientes conclusiones: Ángel padece una obesidad de tipo II, según su IMC, que consideramos primaria desde el punto de vista etiológico, ya que se debe a un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, y no a otras patologías o medicamentos. Desde el punto de vista histológico la consideramos hipertrófica, dado su comienzo tardío. En cuanto a la distribución de la grasa, tendremos en cuenta el dato del perímetro de cintura, que se valora de la siguiente forma:

Valores de PC >95 cm en hombres y de >82 cm en mujeres indican obesidad androide. Si el valor es >102 cm en hombres y > 88 cm en mujeres, se considera que existe elevado riesgo metabólico y cardiocirculatorio. Se trata, entonces, de una obesidad androide con elevado riesgo de complicaciones metabólicas y cardiocirculatorias.

X T A R T
FP SALUD