Tema 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA. DIGESTIÓN Y DEGRADACIÓN INTRACELULAR DE PROTEINAS

FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS PROTEÍNAS

1. **Estructural**
   - Función: Las proteínas estructurales dan forma, estabilidad y soporte a los tejidos y órganos del cuerpo.
   - Ejemplos:
     - Colágeno: Presente en la piel, huesos y cartílagos, da resistencia y elasticidad.
     - Elastina: Se encuentra en tejidos que necesitan flexibilidad, como los ligamentos y arterias.

2. **Transporte**
   - Función: Transportan moléculas esenciales como oxígeno, nutrientes o iones a través del cuerpo o dentro de las células.
   - Ejemplo:
     - Hemoglobina: Transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos y devuelve dióxido de carbono a los pulmones para su eliminación.

3. **Protección y Defensa**
   - Función: Protegen al cuerpo frente a infecciones, atacando y eliminando microorganismos dañinos.
   - Ejemplo:
     - Inmunoglobulinas (anticuerpos): Reconocen y neutralizan patógenos como virus y bacterias.

4. **Catalítica o Enzimática**
   - Función: Las enzimas son proteínas que aceleran (catalizan) las reacciones químicas necesarias para la vida.
   - Ejemplo:
     - Enzimas: Como la amilasa (que ayuda a digerir carbohidratos) o la ADN polimerasa (esencial para la replicación del ADN).

5. **Movimiento**
   - Función: Participan en la contracción de los músculos y en otros procesos que implican movimiento dentro y fuera de las células.
   - Ejemplo:
     - Actina y Miosina: Proteínas principales en la contracción muscular.

6. **Reguladora**
   - Función: Regulan actividades celulares y procesos fisiológicos, como el crecimiento, la reproducción o la homeostasis (equilibrio interno).
   - Ejemplo:
     - Hormonas proteicas:
       - Insulina: Regula los niveles de glucosa en la sangre.
       - Glucagón: Estimula la liberación de glucosa al torrente sanguíneo.

7. **Reserva**
   - Función: Almacenan nutrientes y energía para ser utilizados cuando el organismo lo necesite.

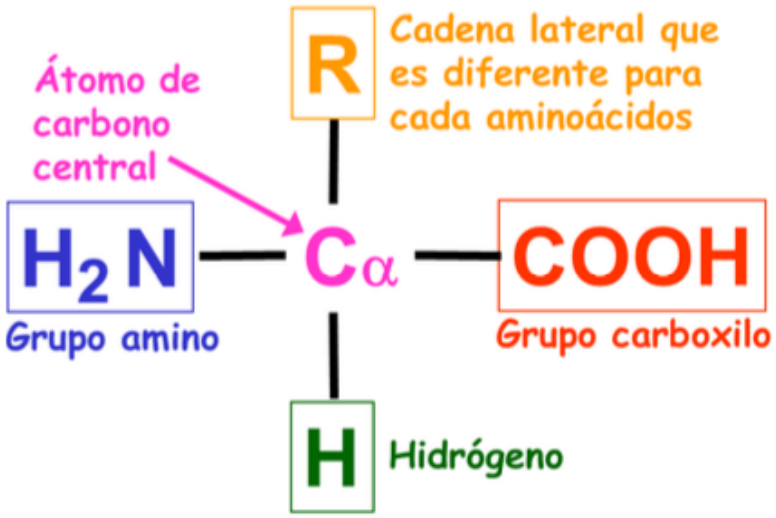
PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS

1. Las proteínas como macronutrientes esenciales
- Las **proteínas** son nutrientes fundamentales que el cuerpo necesita para diversas funciones, como el crecimiento, la reparación de tejidos y el metabolismo.
- Están formadas por largas cadenas de moléculas más pequeñas llamadas **aminoácidos**.

2. Las proteínas como polímeros
- Una proteína es un **polímero**, es decir, una cadena formada por muchas unidades repetitivas.
- Estas unidades repetitivas son los **aminoácidos**, que se combinan mediante enlaces específicos llamados **enlaces peptídicos**.

3. Estructura de los aminoácidos

Los aminoácidos son los bloques básicos de las proteínas, y todos tienen una estructura similar, formada por:
- **Grupo amino (NH_2)**: Es una parte básica del aminoácido.
- **Grupo carboxilo (COOH)**: Es una parte ácida que le da ciertas propiedades químicas.
- **Átomo de hidrógeno (H)**: Unido al carbono central.
- **Cadena lateral (R)**: Es la parte que varía entre los aminoácidos y les da sus características únicas. Por ejemplo, la cadena R puede ser pequeña (como en la glicina) o más compleja (como en la fenilalanina).



4. Origen de los aminoácidos

Los aminoácidos pueden provenir de dos fuentes principales:
- **Exógenos**:
  - Se obtienen a través de la dieta. Ejemplo: carne, huevos, lácteos, legumbres, etc.
- **Endógenos**:
  - Son sintetizados por el cuerpo a partir de otros compuestos químicos, pero esto solo ocurre con ciertos aminoácidos.

Conclusión

Los aminoácidos son esenciales porque son los ladrillos que forman las proteínas, y las proteínas, a su vez, son cruciales para casi todas las funciones del organismo. Sin un suministro adecuado de aminoácidos esenciales en la dieta, el cuerpo no puede producir ciertas proteínas vitales.

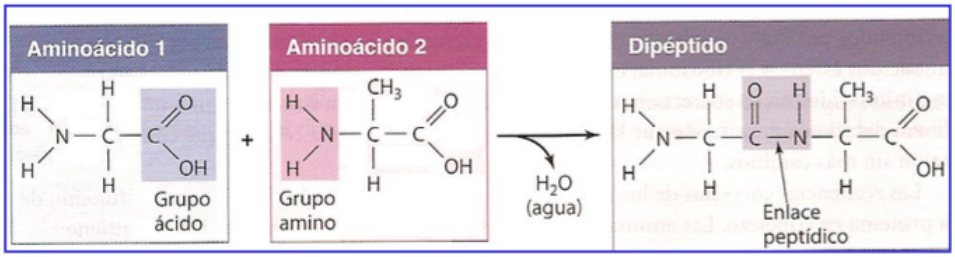
PROTEÍNAS

1. Construcción de proteínas

- Las proteínas se forman a partir de **21 aminoácidos**, conocidos como **aminoácidos proteinógenos** porque son los que el cuerpo utiliza específicamente para sintetizar proteínas.
- Estos aminoácidos son los bloques básicos que se ensamblan en secuencias específicas según las instrucciones del ADN.

2. Unión mediante el enlace peptídico

- Los aminoácidos se unen entre sí mediante un enlace especial llamado **enlace peptídico**.
- **¿Cómo se forma este enlace?**
  - Se produce una reacción química entre el **grupo carboxilo (COOH)** de un aminoácido y el **grupo amino (NH_2)** de otro aminoácido.



  - Durante esta reacción, se libera una molécula de agua (**H_2O**) en un proceso llamado **síntesis por deshidratación**.

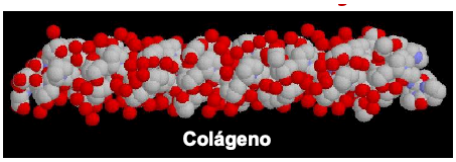
3. Clasificación de las cadenas de aminoácidos

Según el número de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, las moléculas se clasifican en:

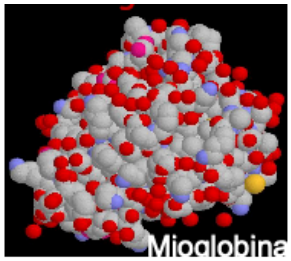
- **Oligopéptidos**: Tienen menos de 10 aminoácidos.
- **Péptidos**: Contienen entre 10 y 50 aminoácidos.
- **Polipéptidos o proteínas**: Superan los 50 aminoácidos.

4. Tipos de proteínas según su forma

- **Proteínas fibrosas**:
  - Tienen forma alargada y estructural.
  - Ejemplo: **Colágeno**, que aporta fuerza y elasticidad a tejidos como la piel, huesos y tendones.



- **Proteínas globulares**:
  - Tienen una forma más compacta y redondeada.
  - Ejemplo: **Mioglobina**, que almacena oxígeno en los músculos.

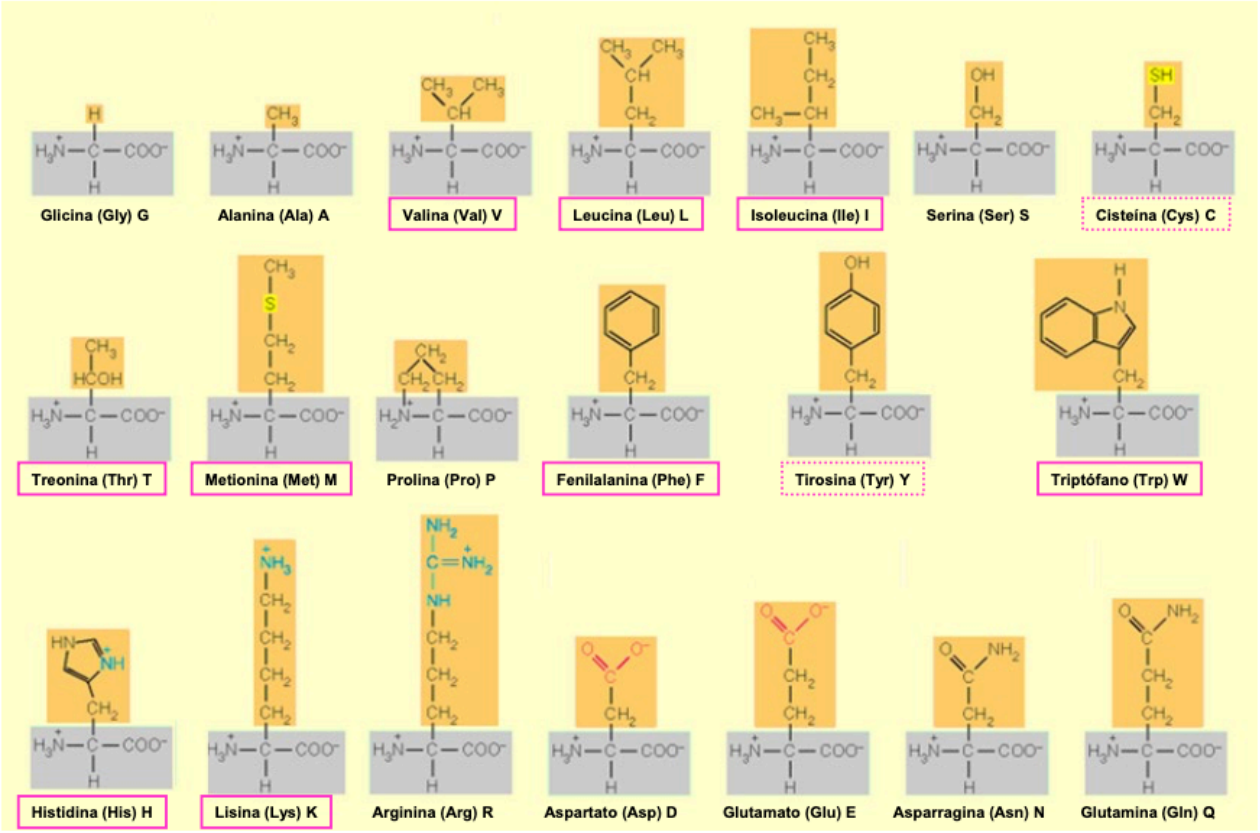


Resumen

Las proteínas son estructuras complejas formadas por la unión de aminoácidos a través de enlaces peptídicos. La secuencia y la cantidad de estos aminoácidos determinan las propiedades y funciones específicas de cada proteína. Estas moléculas pueden ser fibrosas, como el colágeno, que aporta estructura, o globulares, como la mioglobina, que cumple funciones específicas en el metabolismo.

AMINOÁCIDOS PROTEINÓGENOS

Estos son los 21 aminoácidos utilizados por los organismos para construir proteínas. Esta es su clasificación y características:



Estructura básica de los aminoácidos

Todos los aminoácidos tienen una estructura común, formada por:

- Un **grupo amino (NH_2)**.
- Un **grupo carboxilo (COOH)**.
- Un **átomo de hidrógeno (H)**.
- Una **cadena lateral (R)**, que es la parte variable y define las propiedades químicas y funciones de cada aminoácido.

Clasificación de los aminoácidos proteinógenos

Los aminoácidos se clasifican en diferentes grupos según las propiedades de su cadena lateral (R):

1. Aminoácidos apolares (hidrofóbicos)

- Sus cadenas laterales no tienen cargas eléctricas y son insolubles en agua.
- **Ejemplos**:
  - Glicina (Gly, G)
  - Alanina (Ala, A)
  - Valina (Val, V)
  - Leucina (Leu, L)
  - Isoleucina (Ile, I)
  - Metionina (Met, M)
  - Prolina (Pro, P)

2. Aminoácidos polares sin carga

- Sus cadenas laterales tienen grupos que pueden formar enlaces de hidrógeno, pero no tienen carga neta.

- **Ejemplos**:
    - Serina (Ser, S)
    - Treonina (Thr, T)
    - Cisteína (Cys, C)
    - Asparagina (Asn, N)
    - Glutamina (Gln, Q)

3. Aminoácidos aromáticos

- Contienen anillos aromáticos en su cadena lateral.
- **Ejemplos**:
    - Fenilalanina (Phe, F) (apolar)
    - Tirosina (Tyr, Y) (polar)
    - Triptófano (Trp, W) (apolar)

4. Aminoácidos cargados

- Sus cadenas laterales tienen cargas positivas o negativas, lo que les permite interactuar con otros compuestos cargados.
- **Cargados positivamente (básicos)**:
    - Lisina (Lys, K)
    - Arginina (Arg, R)
    - Histidina (His, H)
- **Cargados negativamente (ácidos)**:
    - Aspartato (Asp, D)
    - Glutamato (Glu, E)

Funciones de algunos aminoácidos destacados

1. **Cisteína (Cys)**:
    - Forma puentes de disulfuro, que estabilizan la estructura tridimensional de las proteínas.
2. **Histidina (His)**:
    - Participa en las reacciones enzimáticas y es importante en el control del pH celular.
3. **Triptófano (Trp)**:
    - Precursor de neurotransmisores como la serotonina.
4. **Fenilalanina (Phe)**:
    - Se convierte en tirosina, esencial para la síntesis de hormonas tiroideas.

AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y NO ESENCIALES

Aminoácidos esenciales

- **Definición**: Son aminoácidos que el cuerpo humano no puede sintetizar por sí mismo, o lo hace en cantidades insuficientes. Por lo tanto, es imprescindible obtenerlos mediante la dieta.
- **Lista de aminoácidos esenciales**:
    - **Histidina**: Importante en el crecimiento y reparación de tejidos; también regula el pH en el cuerpo.
    - **Isoleucina**: Ayuda en la reparación muscular y la producción de hemoglobina.
    - **Leucina**: Es clave en la síntesis de proteínas y el mantenimiento de los músculos.
    - **Lisina**: Participa en la formación de colágeno y la absorción de calcio.
    - **Metionina**: Fuente de azufre, necesaria para la salud de la piel, el cabello y las uñas.
    - **Fenilalanina**: Precursor de neurotransmisores como la dopamina y la adrenalina.
    - **Treonina**: Es esencial para la formación de colágeno y elastina.
    - **Triptófano**: Ayuda en la producción de serotonina, que regula el estado de ánimo y el sueño.

- **Valina**: Contribuye al crecimiento muscular, la reparación de tejidos y la producción de energía.

Aminoácidos no esenciales

- **Definición**: Son aminoácidos que el cuerpo puede sintetizar a partir de otros compuestos, por lo que no es necesario consumirlos en la dieta, aunque también son esenciales para el funcionamiento del organismo.
- **Lista de aminoácidos no esenciales**:
  - **Alanina**: Participa en el metabolismo de la glucosa y la energía.
  - **Arginina**: Importante para la cicatrización de heridas, el sistema inmunológico y la producción de óxido nítrico.
  - **Asparagina**: Interviene en la síntesis de proteínas y el funcionamiento del sistema nervioso.
  - **Aspartato**: Participa en el ciclo de producción de energía (ciclo de Krebs).
  - **Cisteína**: Ayuda en la formación de estructuras proteicas y tiene propiedades antioxidantes.
  - **Glutamato**: Principal neurotransmisor excitador del cerebro.
  - **Glutamina**: Fundamental para la función inmune y la salud intestinal.
  - **Glicina**: Importante en la síntesis de colágeno y como neurotransmisor inhibidor.
  - **Prolina**: Participa en la formación de colágeno, esencial para la piel y los tejidos conectivos.
  - **Serina**: Ayuda en la síntesis de lípidos y proteínas.
  - **Tirosina**: Precursor de hormonas tiroideas y neurotransmisores como la dopamina.

Importancia en la dieta

- Los aminoácidos esenciales deben incluirse en una dieta equilibrada, especialmente mediante alimentos ricos en proteínas como carne, pescado, huevos, lácteos, legumbres y frutos secos.
- Aunque el cuerpo puede sintetizar los no esenciales, en situaciones de estrés o enfermedad, algunos de estos pueden volverse **"condicionalmente esenciales"** (como la arginina o la glutamina), ya que la demanda supera la capacidad del cuerpo para producirlos.

FUENTES ALIMENTICIAS DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Los **aminoácidos esenciales** deben obtenerse a través de la dieta. Aquí detallo las principales fuentes alimenticias y los aminoácidos que aportan:

1. Histidina

- **Fuentes**:
  - Carne: Res, cerdo, pollo.
  - Pescado: Atún, salmón.
  - Productos lácteos: Leche, queso.
  - Huevos.
- **Funciones**:
  - Es importante para la producción de hemoglobina.
  - Contribuye a la formación de histamina, que regula el sistema inmune y digestivo.

2. Isoleucina

- **Fuentes**:
  - Carne roja.
  - Legumbres: Soja, lentejas.
  - Nueces y semillas.
- **Funciones**:
  - Ayuda en la reparación y recuperación muscular.
  - Proporciona energía durante el ejercicio.

3. Leucina

- **Fuentes**:
  - Carne, pescado y aves.
  - Lácteos: Yogur, queso.
  - Frutos secos: Almendras, anacardos.
- **Funciones**:
  - Estimula la síntesis de proteínas musculares.
  - Regula los niveles de glucosa en sangre.

4. Lisina

- **Fuentes**:
  - Carnes: Res, pollo, cerdo.
  - Pescado: Bacalao, sardinas.
  - Legumbres: Frijoles, garbanzos.
- **Funciones**:
  - Ayuda en la absorción de calcio.
  - Promueve la formación de colágeno.

5. Metionina

- **Fuentes**:
  - Huevos.
  - Carne y pescado.
  - Semillas de sésamo, nueces de Brasil.
- **Funciones**:
  - Es un precursor de la cisteína y el glutatión, importantes antioxidantes.
  - Ayuda en el metabolismo de grasas.

6. Fenilalanina

- **Fuentes**:
  - Carne y pescado.
  - Huevos.
  - Productos de soja.
- **Funciones**:
  - Es precursora de neurotransmisores como la dopamina y la adrenalina.
  - Es esencial para la función cerebral.

7. Treonina

- **Fuentes**:
  - Huevos.
  - Pescado.
  - Lácteos: Queso, leche.
- **Funciones**:
  - Ayuda a mantener la elasticidad de la piel.
  - Participa en la síntesis de colágeno y elastina.

8. Triptófano

- **Fuentes**:
  - Pavo, pollo.
  - Plátanos.
  - Chocolate negro.
  - Semillas y frutos secos.
- **Funciones**:
  - Es precursor de la serotonina, que regula el estado de ánimo y el sueño.
  - Participa en la producción de niacina (vitamina B3).

9. Valina

- **Fuentes**:
  - Cereales integrales.
  - Frutos secos: Nuez, almendra.
  - Lácteos.

- **Funciones**:
    - Facilita la reparación muscular.
    - Contribuye a la producción de energía.

Impacto de la deficiencia de aminoácidos esenciales

La falta de aminoácidos esenciales en la dieta puede tener consecuencias graves en el organismo, ya que son indispensables para diversas funciones metabólicas y estructurales. Algunas de las principales consecuencias son:

1. Pérdida de masa muscular
- La síntesis de proteínas musculares se reduce si faltan aminoácidos esenciales, lo que conduce a debilidad muscular y pérdida de tejido.

2. Compromiso del sistema inmune
- Los anticuerpos son proteínas, y su producción depende de un suministro adecuado de aminoácidos esenciales. La deficiencia puede aumentar la susceptibilidad a infecciones.

3. Problemas en la cicatrización de heridas
- Aminoácidos como la lisina y la prolina son clave en la formación de colágeno. Su déficit puede ralentizar la reparación de tejidos.

4. Alteraciones en el estado de ánimo y el sueño
- El triptófano es necesario para la producción de serotonina y melatonina. La falta de triptófano puede causar insomnio, ansiedad o depresión.

5. Crecimiento deficiente en niños
- Los aminoácidos esenciales son cruciales para el desarrollo y el crecimiento en la infancia. Su deficiencia puede resultar en retrasos en el crecimiento y problemas en el desarrollo cerebral.

6. Fatiga crónica y falta de energía
- La valina, la isoleucina y la leucina (aminoácidos de cadena ramificada) son importantes en la producción de energía durante el ejercicio y las actividades diarias. Su deficiencia puede provocar cansancio constante.

7. Alteraciones en el cabello, piel y uñas
- La deficiencia de metionina y treonina afecta la producción de queratina y colágeno, lo que provoca cabello débil, piel seca y uñas quebradizas.

Recomendaciones para evitar deficiencias

1. **Dieta equilibrada**:
    - Combinar proteínas animales (alto valor biológico) y vegetales (proteínas complementarias).
2. **Planificación en dietas vegetarianas o veganas**:
    - Asegurarse de incluir combinaciones como legumbres y cereales para completar el perfil de aminoácidos.
3. **Aumenta la ingesta en casos especiales**:
    - Durante el embarazo, lactancia, crecimiento infantil, o recuperación de enfermedades.

MENÚS PARA UNA DIETA OMNÍVORA

Desayuno
- Tortilla de 2 huevos (lisina, triptófano).
- Una rebanada de pan integral (valina y metionina).
- Un vaso de leche (histidina, leucina).
- Un puñado de frutos secos, como almendras (arginina).

Comida
- Pechuga de pollo a la plancha (todos los aminoácidos esenciales).

- Quinoa (rica en lisina y metionina).
- Brócoli salteado (aporta lisina y fibra).
- Un yogur natural de postre (valina, leucina, treonina).

Cena

- Pescado (como salmón o merluza) al horno (metionina, triptófano, fenilalanina).
- Puré de patata y zanahoria (complementa el perfil proteico).
- Espinacas salteadas con ajo (histidina y cisteína).

MENÚS PARA UNA DIETA VEGETARIANA O VEGANA

Desayuno

- Avena cocida con leche de soja (lisina y metionina).
- Fruta fresca: un plátano (con pequeñas cantidades de triptófano).
- Un puñado de semillas de chía (rica en histidina y arginina).

Comida

- Plato principal: **Arroz integral con lentejas** (una combinación clásica; el arroz aporta metionina y las lentejas lisina).
- Guarnición: judías verdes salteadas con nueces (lisina y arginina).
- Postre: Hummus (garbanzos + sésamo, rico en metionina y cisteína).

Cena

- Tofu al horno marinado con salsa de soja (lisina, treonina, triptófano).
- Ensalada de espinacas con almendras y semillas de girasol (complementan lisina y metionina).
- Pan integral como acompañamiento (metionina).

Snacks ricos en proteínas

Independientemente del tipo de dieta, estos snacks son excelentes para complementar el aporte diario de aminoácidos esenciales:

- Hummus con bastones de zanahoria.
- Batido de proteínas con leche de almendras y plátano.
- Frutos secos (almendras, nueces, anacardos).
- Edamame (soja joven cocida).

IMPACTO POSITIVO DE UNA BUENA PLANIFICACIÓN

- **Mantenimiento muscular**: La leucina, isoleucina y valina son esenciales para evitar la pérdida muscular.
- **Sistema inmune fuerte**: Aminoácidos como la lisina y el triptófano refuerzan las defensas del cuerpo.
- **Mejor salud mental**: El triptófano, al aumentar la serotonina, ayuda a regular el estado de ánimo.
- **Energía constante**: Una dieta equilibrada en proteínas ayuda a mantener los niveles de energía durante el día.

NECESIDADES DIARIAS DE PROTEÍNAS

- **Requerimientos diarios**:
    - **Mínimos (a)**: Cantidad necesaria para evitar deficiencias (29 g/día).
    - **Recomendados (b)**: Cantidad para un funcionamiento óptimo (45 g/día).
    - **Consumo real en países industrializados (c)**: Suele ser superior a las necesidades (92 g/día).

- Estos valores dependen de factores como edad, sexo y nivel de actividad física.
- **Importancia**: Las proteínas son esenciales para el mantenimiento, reparación y crecimiento de tejidos, así como para la producción de enzimas y hormonas.

Necesidades Diarias de Proteínas

	Cantidad en el cuerpo (kg)	kJ·g⁻¹ (kcal·g⁻¹)	Requerimientos diarios (g) a	b	c
Proteínas	10	17 (4,1)	♂ 37	55	92
			♀ 29	45	75
Hidratos de carbono	1	17 (4,1)	0	390	240-310
Grasas	10-15	38 (9,3)	10	80	130
Agua	35-40	0	2.400	–	–
Minerales	3	0			
Vitaminas	–	–			

a: requerimientos diarios mínimos
b: suministro diario recomendado
c: suministro diario real en países industrializados

VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS

El **valor biológico** indica la calidad de una proteína en función de su capacidad para proporcionar los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas.

- **Proteínas animales** (alto valor biológico):
  - **Huevos y leche humana**: Valor biológico de 1,00 (óptimo).
  - **Leche de vaca (0,93)**, **pescado (0,76)**, **carne de vaca (0,74)**: También tienen alta calidad.
  - **Gelatina (0,05)**: Muy bajo valor biológico, ya que carece de varios aminoácidos esenciales.
- **Proteínas vegetales** (valor biológico menor):
  - **Arroz no pulido (0,86)**: La más completa entre los vegetales.
  - **Soja (0,73)** y **maíz (0,72)**: Buenas fuentes, aunque limitadas en algunos aminoácidos.
  - **Cacahuete (0,55)**: Bajo valor biológico.

COMBINACIÓN DE ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS

- **Contexto**: Las proteínas vegetales suelen ser **incompletas** porque carecen de ciertos aminoácidos esenciales. Sin embargo, combinando diferentes alimentos, se puede obtener una proteína completa.
- **Aminoácidos limitantes**: Son los aminoácidos esenciales que faltan o están en baja cantidad en un alimento específico.
    - **Legumbres**: Limitadas en **metionina y cisteína**.
    - **Cereales**: Limitados en **lisina**.
    - **Verduras**: Limitadas en **lisina, metionina y cisteína**.
- **Combinaciones para obtener proteínas completas**:
    - **Legumbres + cereales**:
        - Ejemplo: Arroz con lentejas, judías con arroz, hummus (garbanzos + sésamo).
    - **Cereales + frutos secos**:
        - Ejemplo: Pan con mantequilla de cacahuete.
    - **Verduras + frutos secos/legumbres**:
        - Ejemplo: Tofu con almendras, ensalada de espinacas con piñones y judías.

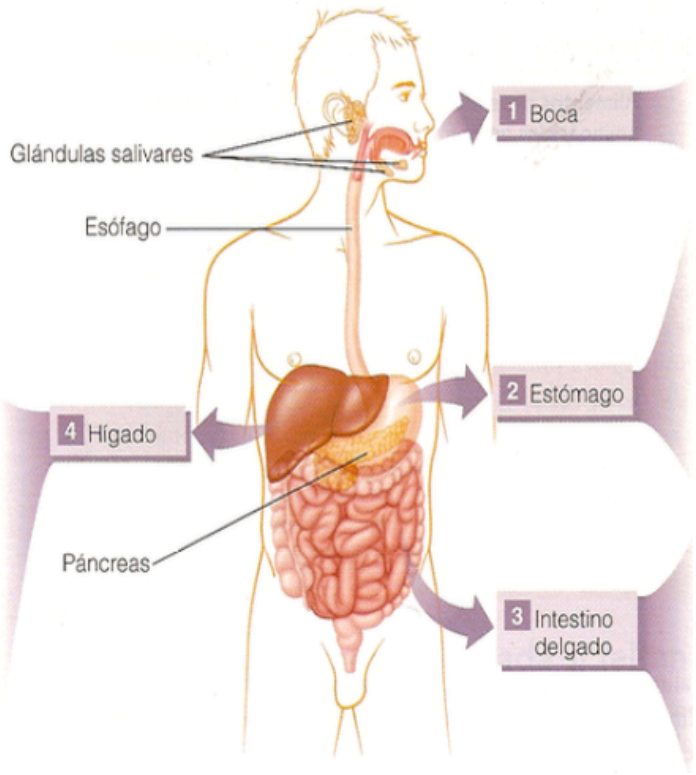
RESUMEN GENERAL

- **Requerimientos proteicos**: La ingesta recomendada depende de las necesidades individuales, pero en los países industrializados suele ser superior.
- **Calidad de las proteínas**: Las proteínas animales tienen mejor calidad, pero las vegetales pueden complementarse para cubrir todos los aminoácidos esenciales.
- **Combinaciones prácticas**: La dieta basada en plantas puede ser completa y saludable si se planifica bien, combinando alimentos complementarios.

PROCESO DIGESTIVO DE LAS PROTEÍNAS

1. Boca

- **Desarrollo**:
    - Las proteínas de los alimentos **se trituran y mezclan con saliva** durante la masticación. Este paso es mecánico y no químico, ya que no hay enzimas específicas para proteínas en la saliva.
- **Propósito**:
    - Facilitar el paso de los alimentos al estómago y aumentar la superficie para las enzimas digestivas.



2. Estómago

- **Eventos principales**:
    - **Producción de gastrina**:
        - La hormona gastrina estimula la secreción de ácido

clorhídrico (HCl) y pepsina, las cuales son esenciales para la digestión de las proteínas.
    - **Desnaturalización de las proteínas**:
        - El ácido clorhídrico rompe los enlaces que mantienen la estructura tridimensional de las proteínas, dejándolas en una forma más sencilla para su posterior degradación.
    - **Actividad de la pepsina**:
        - La pepsina (una enzima proteolítica) rompe las largas cadenas de proteínas (polipéptidos) en fragmentos más pequeños llamados **péptidos**.

3. Intestino delgado

- **Función principal**:
    - Aquí ocurre la digestión final de las proteínas y la absorción de los aminoácidos.
- **Etapas clave**:
    - **Acción de las proteasas pancreáticas**:
        - El páncreas secreta enzimas como tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa, que descomponen los péptidos en fragmentos más pequeños (péptidos cortos y aminoácidos).
    - **Acción de las peptidasas intestinales**:
        - Las enzimas de las células de la pared intestinal (peptidasas) descomponen los péptidos más pequeños en **aminoácidos libres**.
    - **Absorción**:
        - Los aminoácidos atraviesan la pared intestinal mediante transportadores especializados y entran al torrente sanguíneo.

4. Hígado

- **Procesamiento de los aminoácidos**:
    - Los aminoácidos absorbidos se transportan al hígado a través de la **vena porta**.
    - En el hígado, los aminoácidos pueden:
        - Convertirse en glucosa (glucogénesis) o grasa (lipogénesis) para almacenar energía.
        - Utilizarse para sintetizar proteínas específicas necesarias para el cuerpo.
        - Liberarse al torrente sanguíneo para ser distribuidos a las células que los necesitan.

Nota importante

- **La mucosa intestinal no absorbe proteínas completas ni péptidos grandes**. Solo absorbe aminoácidos libres, dipeptidos y tripeptidos.

IMPACTO DE LA DEFICIENCIA DE DIGESTIÓN PROTEICA

Si alguna etapa de la digestión de las proteínas falla, pueden surgir problemas como:

1. **Deficiencia de aminoácidos esenciales**:
    - Afecta la producción de proteínas corporales necesarias para músculos, piel, cabello, enzimas y hormonas.
2. **Debilidad muscular**:
    - La falta de aminoácidos reduce la reparación y mantenimiento muscular.
3. **Problemas inmunológicos**:
    - Sin suficiente producción de anticuerpos, el cuerpo se vuelve más susceptible a infecciones.
4. **Trastornos intestinales**:
    - La presencia de proteínas no digeridas en el intestino puede causar inflamación, gases o diarrea.

CÓMO OPTIMIZAR LA DIGESTIÓN DE PROTEÍNAS

1. **Buena masticación**:
    - Mejora la acción de las enzimas al romper las proteínas en fragmentos más pequeños.
2. **Alimentos ricos en enzimas digestivas**:
    - Piña (bromelina) y papaya (papaína) contienen enzimas naturales que ayudan a digerir proteínas.
3. **Mantener un pH estomacal adecuado**:
    - Evita consumir grandes cantidades de antiácidos si no son necesarios, ya que un estómago poco ácido afecta la activación de la pepsina.
4. **Comer alimentos balanceados**:
    - Combinando diferentes fuentes de proteínas para garantizar todos los aminoácidos esenciales.

ABSORCIÓN DE AMINOÁCIDOS, DI- Y TRI-PÉPTIDOS

Tal vez a estas alturas es importante recordar que son los aminoácidos:

- **Definición**: Los aminoácidos son las **unidades básicas de las proteínas**. Son moléculas pequeñas formadas por un átomo de carbono central unido a:
    - Un **grupo amino** (NH_2).
    - Un **grupo carboxilo** (COOH).
    - Un **hidrógeno (H)**.
    - Una **cadena lateral (R)**, que varía según el aminoácido.
- **Tipos**:
    - **Aminoácidos esenciales**: El cuerpo no puede producirlos; deben obtenerse de la dieta (ej., lisina, triptófano).
    - **Aminoácidos no esenciales**: El cuerpo puede sintetizarlos (ej., alanina, glutamina).
- **Función principal**: Los aminoácidos son los **ladrillos con los que se construyen las proteínas**. Además, participan en funciones específicas como la producción de neurotransmisores, enzimas y hormonas.

Y ahora ¿Qué son los di-péptidos y tri-péptidos?

Cuando dos o tres aminoácidos se **unen mediante enlaces peptídicos**, se forman di-péptidos o tri-péptidos:

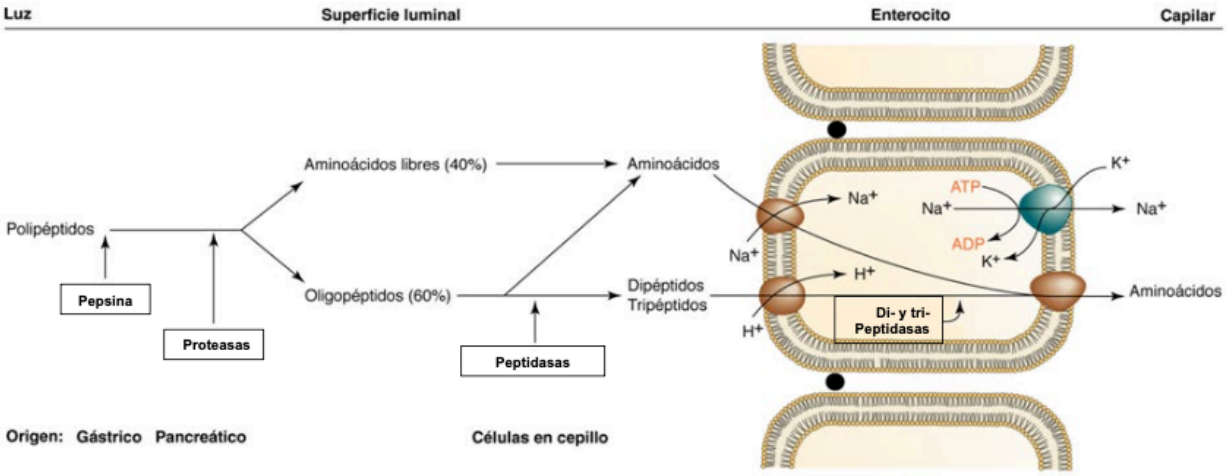
Di-péptidos:

- Formados por **dos aminoácidos** unidos por un enlace peptídico.
- Ejemplo:
    - **Carnosina**: Es un di-péptido presente en los músculos, que ayuda a reducir la acidez durante el ejercicio intenso.

Tri-péptidos:

- Formados por **tres aminoácidos** unidos por dos enlaces peptídicos.
- Ejemplo:
    - **Glutatión**: Es un tri-péptido esencial para la protección antioxidante del cuerpo.

AHORA YA PASAMOS A VER EL PROCESO DE ABSORCIÓN:



1. Fragmentación inicial en la luz intestinal

- **Polipéptidos**:
  - Las proteínas que llegan al intestino delgado ya han sido parcialmente digeridas en el estómago por la **pepsina** y el ácido clorhídrico.
  - Estas largas cadenas de aminoácidos se dividen en **oligopéptidos** (cadenas cortas) mediante las enzimas pancreáticas llamadas **proteasas** (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa).
- **Productos intermedios**:
  - Alrededor del **60%** de los productos de digestión son di- y tri-péptidos.
  - El **40%** son aminoácidos libres.

2. Conversión final en la superficie del enterocito

- **Peptidasas de membrana**:
  - Estas enzimas se encuentran en la membrana de los enterocitos (células del intestino).
  - Su función es descomponer los di- y tri-péptidos en aminoácidos libres antes de su absorción.

3. Absorción en el enterocito

El proceso de absorción ocurre en las **microvellosidades intestinales** y utiliza mecanismos específicos para transportar los aminoácidos, di- y tri-péptidos a través de la membrana del enterocito.

Mecanismos de transporte

- **Aminoácidos libres**:
  - Utilizan transportadores dependientes de **sodio (Na^+)**. Este proceso requiere energía en forma de **ATP** para mantener el gradiente de sodio.
- **Di- y tri-péptidos**:
  - Usan un sistema diferente, llamado transportador de péptidos (PepT1), que depende de un gradiente de **protones (H^+)**.
  - Una vez dentro de la célula, los di- y tri-péptidos son convertidos en aminoácidos libres por las **di- y tri-peptidasas** intracelulares.

4. Paso al torrente sanguíneo

- Una vez dentro del enterocito, los aminoácidos libres pasan al **capilar sanguíneo** a través de transportadores específicos en la membrana basal del enterocito.
- Desde allí, son transportados al **hígado** mediante la vena porta para su procesamiento y distribución.

Importancia de este proceso

1. **Eficiencia en la absorción**:
   - El transporte de di- y tri-péptidos es más rápido que el de aminoácidos libres, lo que maximiza la absorción de proteínas.
2. **Flexibilidad metabólica**:
   - Los aminoácidos absorbidos pueden utilizarse inmediatamente para producir proteínas, generar energía o sintetizar compuestos importantes como neurotransmisores y hormonas.

Problemas asociados con la absorción de aminoácidos

Si este proceso falla, puede haber consecuencias negativas:

1. **Deficiencias proteicas**:
   - Disminuye la capacidad del cuerpo para sintetizar proteínas necesarias, afectando músculos, piel, cabello y sistema inmunológico.
2. **Síndromes de malabsorción**:
   - Enfermedades como la celiaquía o el síndrome del intestino corto pueden reducir la absorción de aminoácidos.
3. **Alteraciones metabólicas**:
   - La incapacidad para absorber ciertos aminoácidos puede provocar acumulación de compuestos tóxicos o deficiencias específicas.

Optimización de la absorción

1. **Dieta balanceada**:
   - Incluye proteínas de alta calidad (huevos, carne magra, pescado, legumbres combinadas con cereales).
2. **Enzimas digestivas suplementarias**:
   - En casos de insuficiencia pancreática, las enzimas suplementarias pueden mejorar la digestión y absorción de proteínas.
3. **Evitar alteraciones del pH**:
   - Es importante mantener un equilibrio ácido-base adecuado en el estómago y el intestino para optimizar la función de las enzimas digestivas

Diferencias clave entre aminoácidos, di- y tri-péptidos

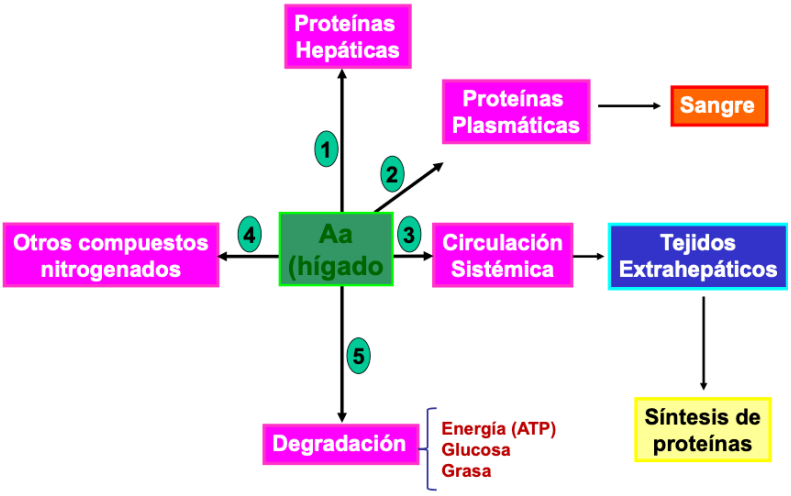
Característica	Aminoácidos	Di-péptidos	Tri-péptidos
Estructura básica	1 molécula de aminoácido	2 aminoácidos unidos	3 aminoácidos unidos
Enlaces peptídicos	Ninguno	1 enlace peptídico	2 enlaces peptídicos
Absorción intestinal	Directa	Absorbidos como unidad	Absorbidos como unidad
Ejemplo	Lisina	Carnosina	Glutatión

DESTINOS DE LOS AMINOÁCIDOS (AA)

Detalle de cada una de las posibles rutas metabólicas que siguen estos aminoácidos provenientes de la dieta en el organismo tras ser absorbidos y transportados al hígado:

1. Síntesis de proteínas hepáticas

- **Qué ocurre**:
  - Los aminoácidos son utilizados en el hígado para sintetizar proteínas específicas, como las **enzimas hepáticas** y otras proteínas estructurales que cumplen funciones locales.
- **Importancia**:
  - Estas proteínas son esenciales para el metabolismo hepático y la desintoxicación.



2. Producción de proteínas plasmáticas

- **Qué ocurre**:
  - Los aminoácidos se usan para sintetizar **proteínas plasmáticas** que se liberan en el torrente sanguíneo.
- **Ejemplos de proteínas plasmáticas**:
  - **Albúmina**: Regula la presión osmótica y transporta moléculas como hormonas y lípidos.
  - **Globulinas**: Incluyen anticuerpos esenciales para la defensa inmunitaria.
  - **Fibrinógeno**: Participa en la coagulación de la sangre.

3. Circulación sistémica hacia tejidos extrahepáticos

- **Qué ocurre**:
  - Una vez que el hígado ha procesado los aminoácidos necesarios, los restantes se liberan en la circulación general y se transportan a otros tejidos del cuerpo.
- **Usos en tejidos extrahepáticos**:
  - **Síntesis de proteínas**: Los músculos, piel, huesos y otros tejidos usan estos aminoácidos para crear sus propias proteínas específicas (ej., colágeno, actina, miosina).
  - **Producción de neurotransmisores**: En el cerebro, aminoácidos como el triptófano y la tirosina se convierten en serotonina y dopamina, respectivamente.

4. Conversión en otros compuestos nitrogenados

- **Qué ocurre**:
  - Algunos aminoácidos se transforman en moléculas especializadas que contienen nitrógeno.
- **Ejemplos de compuestos nitrogenados**:
  - **Creatina**: Almacenamiento y uso rápido de energía en los músculos.
  - **Nucleótidos**: Forman el ADN y ARN.
  - **Porfirinas**: Usadas en la síntesis de hemoglobina y citocromos.

5. Degradación para generar energía

- **Qué ocurre**:
  - Los aminoácidos en exceso, que no se utilizan para sintetizar proteínas o compuestos específicos, se **degradan en el hígado**.
- **Proceso**:
  - Se elimina el grupo amino en un proceso llamado **desaminación**, liberando amoníaco (NH_3), que se convierte en **urea** y se excreta en la orina.
  - El esqueleto carbonado restante se puede usar para:
    - **Generar energía (ATP)** mediante la entrada al ciclo de Krebs.
    - **Producir glucosa** (gluconeogénesis), especialmente en estados de ayuno.
    - **Formar grasas** (lipogénesis) si hay exceso de energía.

RESUMEN VISUAL DE LOS DESTINOS

1. **Hígado**:
   - Producción de proteínas locales y plasmáticas.
   - Conversión en compuestos nitrogenados.
   - Degradación para energía.
2. **Otros tejidos**:
   - Transporte de aminoácidos a tejidos como músculos y cerebro para la síntesis de proteínas y funciones específicas.

IMPORTANCIA METABÓLICA DE ESTE PROCESO

1. **Balance nitrogenado**:
   - Este equilibrio asegura que el cuerpo utilice los aminoácidos de manera eficiente sin acumular productos tóxicos como el amoníaco.
2. **Adaptación a las necesidades del cuerpo**:
   - Durante el ejercicio, más aminoácidos son enviados a los músculos.
   - En situaciones de ayuno, el hígado convierte aminoácidos en glucosa para mantener niveles de energía.
3. **Prevención de deficiencias**:
   - Una dieta adecuada en proteínas asegura que haya suficientes aminoácidos para todos estos procesos.

Estos procesos del uso de aminoácidos y proteínas en el organismo cambian significativamente dependiendo de la situación metabólica, como el **ayuno**, **ejercicio** o **enfermedad**.

Estas son las rutas metabólicas en cada uno de los caso:

1. Durante el ayuno

Cuando no hay ingesta de alimentos, el cuerpo prioriza la conservación de energía y el mantenimiento de la glucosa para los tejidos que dependen exclusivamente de ella, como el cerebro.

Cambios en el uso de los aminoácidos

- **Proteólisis muscular (degradación de proteínas):**
  - Las proteínas musculares (actina, miosina) se descomponen para liberar aminoácidos, especialmente **alanina** y **glutamina**, que se transportan al hígado.
- **Gluconeogénesis en el hígado**:
  - Los aminoácidos se convierten en **glucosa** para mantener los niveles de glucosa en sangre.
  - La **alanina** es uno de los principales precursores gluconeogénicos.
- **Producción de urea**:
  - La desaminación de aminoácidos libera amoníaco (NH_3), que es convertido en urea en el hígado y excretado por los riñones.

- **Ahorrar proteínas**:
    - A medida que el ayuno se prolonga, el cuerpo reduce la degradación muscular para ahorrar proteínas y recurre más a las grasas como fuente de energía.

Impacto del ayuno prolongado

1. Pérdida de masa muscular debido a la degradación proteica.
2. Mayor demanda de aminoácidos para la gluconeogénesis, especialmente durante los primeros días de ayuno.
3. En ayunos prolongados, los tejidos utilizan cuerpos cetónicos derivados de grasas, reduciendo el consumo de glucosa y aminoácidos.

2. Durante el ejercicio

El tipo de ejercicio (aeróbico o anaeróbico) afecta el metabolismo de los aminoácidos de manera distinta.

Ejercicio aeróbico (gran potencia)

- **Aporte de energía**:
    - Durante ejercicios prolongados, el cuerpo usa aminoácidos como **valina, leucina e isoleucina** (aminoácidos de cadena ramificada o BCAA) como fuente de energía.
    - Estos aminoácidos son desaminados y sus esqueletos carbonados ingresan al ciclo de Krebs.
- **Producción de glucosa**:
    - En ejercicios prolongados y cuando las reservas de glucógeno disminuyen, el hígado utiliza aminoácidos como **alanina** para producir glucosa (gluconeogénesis).
- **Recuperación muscular**:
    - Después del ejercicio, los aminoácidos son usados para reparar fibras musculares dañadas y sintetizar nuevas proteínas.

Ejercicio anaeróbico (fuerza)

- **Síntesis proteica post-ejercicio**:
    - El ejercicio de fuerza estimula la síntesis de proteínas musculares durante la fase de recuperación.
    - Se necesita un buen aporte de **leucina**, que activa la vía mTOR, una señal clave para la síntesis de proteínas musculares.
- **Prevención de catabolismo**:
    - La suplementación con BCAA o proteínas antes y después del ejercicio puede reducir la degradación muscular.

3. Durante enfermedades

En situaciones de estrés metabólico (infecciones, cirugías, quemaduras, etc.), las necesidades de proteínas y aminoácidos aumentan significativamente.

Cambios metabólicos

1. **Respuesta inflamatoria**:
    - Durante una infección o lesión, el cuerpo produce proteínas de fase aguda (ej., fibrinógeno, globulinas), lo que aumenta la demanda de aminoácidos.
2. **Catabolismo muscular acelerado**:
    - Los músculos liberan **glutamina** y **alanina** para abastecer al sistema inmune y al hígado.
    - La glutamina es crucial para las células inmunes y la reparación de tejidos.
3. **Desnutrición proteica-energética**:
    - Si no se cubren las necesidades, hay pérdida acelerada de masa muscular, lo que puede empeorar la recuperación.

Recomendaciones en enfermedades graves

- **Aporte de proteínas aumentado**:
    - Pacientes críticos (como en la UCI) suelen necesitar 1.5-2.0 g/kg de peso corporal de proteínas.

- **Aminoácidos específicos**:
  - **Glutamina**: Ayuda a mantener la función inmune y la integridad intestinal.
  - **Arginina**: Promueve la cicatrización de heridas y mejora la función inmunitaria.

RESUMEN COMPARATIVO

Situación	Uso de aminoácidos	Resultado metabólico
Ayuno	Gluconeogénesis y ahorro de proteínas	Degradación muscular, producción de glucosa y cuerpos cetónicos.
Ejercicio	Energía (aeróbico) y reparación muscular (fuerza)	Síntesis de proteínas post-ejercicio, consumo de BCAA.
Enfermedad	Síntesis de proteínas de fase aguda, catabolismo muscular	Mayor demanda de proteínas para inmunidad y reparación.

Estrategias para optimizar el metabolismo en estas situaciones

1. **En ayuno**:
   - Limitar ayunos prolongados para evitar la pérdida muscular.
   - Si es necesario, incluir pequeñas cantidades de proteínas en ayunos intermitentes para preservar la masa muscular.
2. **En ejercicio**:
   - Consumir proteínas antes y después del entrenamiento (20-30 g) para reducir el catabolismo y estimular la recuperación.
   - Usar suplementos de BCAA durante entrenamientos prolongados.
3. **En enfermedad**:
   - Incrementar la ingesta de proteínas (1.5-2 g/kg).
   - Incluir suplementos ricos en glutamina y arginina para favorecer la recuperación.

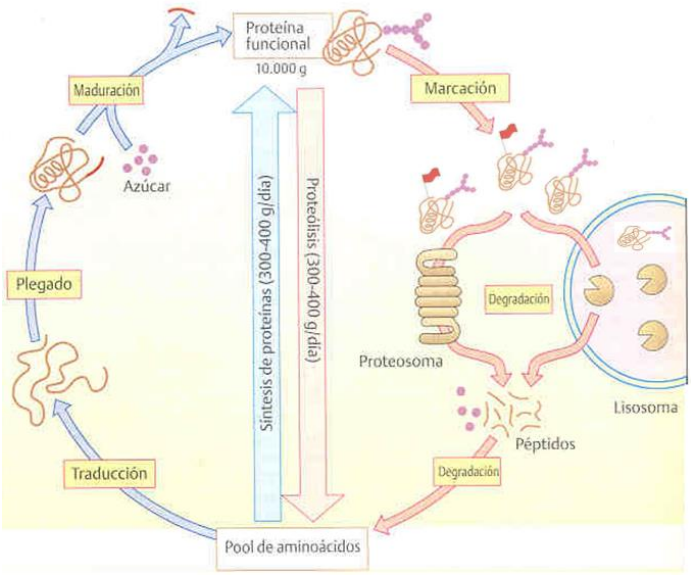
DIGESTIÓN DE LAS PROTEÍNAS INTRACELULARES

Este ciclo asegura que las proteínas dañadas, mal plegadas o innecesarias sean degradadas y reutilizadas.

Veamos cada parte del proceso:

1. Síntesis de proteínas

- **Qué ocurre**:
  - Cada día se sintetizan aproximadamente **300-400 g de proteínas intracelulares** a partir del **pool de aminoácidos**, que es la reserva celular de aminoácidos libres.
  - El proceso de síntesis ocurre en los ribosomas y consta de varias etapas:
    - **Traducción**: El ARNm guía la incorporación de aminoácidos en la cadena proteica.
    - **Plegado**: Las proteínas recién sintetizadas adquieren su estructura tridimensional funcional con la ayuda de proteínas chaperonas.



        - **Maduración**: Algunas proteínas reciben modificaciones químicas (como azúcares o fosfatos) para cumplir funciones específicas.

2. Proteínas funcionales

- Una vez que las proteínas están correctamente sintetizadas, plegadas y maduras, desempeñan funciones específicas, como:
    - Enzimas que catalizan reacciones metabólicas.
    - Componentes estructurales, como actina y tubulina.
    - Proteínas de señalización o transporte.

3. Marcación de proteínas para degradación

- **Cuando ocurre**:
    - Cuando las proteínas están dañadas, mal plegadas o ya no son necesarias, se **marcan** con una molécula llamada **ubiquitina**.
- **Marcación con ubiquitina**:
    - Es un proceso que actúa como "etiqueta roja" para que la proteína sea reconocida por el sistema de degradación.

4. Degradación en proteosomas

- Los **Proteosomas** son complejos proteicos intracelulares responsables de degradar proteínas marcadas con ubiquitina.
- **Proceso**:
    - La proteína entra en el proteosoma, donde se descompone en fragmentos más pequeños llamados **péptidos** y finalmente en aminoácidos libres.
- **Importancia**:
    - Este sistema es altamente selectivo y evita la acumulación de proteínas defectuosas que podrían ser tóxicas.

5. Degradación en lisosomas

- **Lisosomas**:
    - Son orgánulos celulares que contienen enzimas digestivas (proteasas) para degradar proteínas.
- **Proceso**:
    - Las proteínas que no son recicladas por el proteosoma pueden ser enviadas al lisosoma para su degradación.
- **Usos**:
    - Este mecanismo es importante para la eliminación de proteínas extracelulares que entran en la célula mediante endocitosis.

6. Reciclaje de aminoácidos

- **Destino de los aminoácidos liberados**:
    - Los aminoácidos generados por la degradación de proteínas pueden ser:
        - **Reutilizados** para la síntesis de nuevas proteínas.
        - **Convertidos en energía** (si son necesarios en situaciones de ayuno o estrés metabólico).
        - **Utilizados para sintetizar compuestos nitrogenados** (como nucleótidos o neurotransmisores).

BALANCE ENTRE SÍNTESIS Y DEGRADACIÓN

- Este sistema de síntesis y degradación mantiene un equilibrio dinámico:
    - **Homeostasis proteica**:
        - La célula recicla constantemente proteínas para adaptarse a las necesidades metabólicas.

- **Proteólisis y síntesis equilibradas**:
  - Aproximadamente la misma cantidad de proteínas que se sintetizan (300-400 g/día) se degrada para evitar acumulación.

IMPORTANCIA DE LA DIGESTIÓN INTRACELULAR

1. **Reciclaje eficiente**:
   - Permite reutilizar los aminoácidos para sintetizar nuevas proteínas sin depender exclusivamente de la dieta.
2. **Prevención de enfermedades**:
   - La acumulación de proteínas mal plegadas está asociada con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson.
3. **Adaptación metabólica**:
   - En situaciones de estrés (ayuno o infección), la degradación de proteínas proporciona aminoácidos para producir energía o moléculas esenciales.

RESPUESTAS ADAPTATIVAS EN CONDICIONES ESPECIALES

- **Ayuno**:
  - Aumenta la proteólisis para liberar aminoácidos que se usarán en la gluconeogénesis.
- **Ejercicio**:
  - Estimula la síntesis proteica muscular en la recuperación post-entrenamiento.
- **Enfermedades**:
  - En infecciones o estrés celular, se acelera la degradación de proteínas dañadas para apoyar la respuesta inmunitaria.
