



Instituto Superior

NUEVA PREPARACIÓN FÍSICA

A-1531 INSTITUTO INCORPORADO A LA ENSEÑANZA OFICIAL

Unidad 2 Clase 3

Digestión, absorción y metabolismo de la Proteínas

Prof. Ximena Janezic



Digestión, absorción y metabolismo de las Proteínas

Rol de la insulina

Hormona que facilita la captación y utilización de la glucosa por los tejidos corporales, sobre todo tejido muscular y adiposo

- ✓ Reduce concentración de glucosa plasmática
- ✓ Inhibe liberación de glucosa hepática
- ✓ Promueve síntesis de glucógeno muscular y hepático
- ✓ Promueve síntesis de grasa
- ✓ Inhibe liberación de ácidos grasos por parte del tejido adiposo
- ✓ Incrementa el ingreso de aminoácidos al músculo y aumenta la síntesis proteica.

Durante el ejercicio

- ✓ Los valores de insulina descienden debido al aumento de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina)
- ✓ La captación de glucosa sanguínea por parte del músculo se produce aún cuando los niveles de insulina son bajos
- ✓ El aumento de Ca intracelular estimula a los Glut 4 que permiten la entrada de glucosa al músculo activo

Regulación del transporte de la glucosa al músculo

La glucosa entra a la fibra por difusión facilitada a través del sarcolema. Mediadores, transportadores: GLUT

- ✓ GLUT 4 es reclutado a superficie de membrana en respuesta a insulina y a la contracción muscular
- ✓ Fibras tipo I contienen más cantidad de GLUT 4 que las tipo II (1/4)
- ✓ GLUT 1 en menor cantidad (5-10%)

Metabolismo de glucógeno hepático y glucosa sanguínea

En reposo: liberación de glucosa por parte del hígado a la sangre

- 150 mg/minuto
- 60% deriva de glucógeno - 40% de gluconeogénesis

Durante ejercicio ($\geq 75\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$)

- Aumenta a 1 g/min
- 90% proviene del glucógeno

En condiciones normales y ejercicios de intensidad constante:

- glucosa estable x 2 hs.
- Se equipara tasa de liberación de glucosa hepática con la tasa de consumo de glucosa muscular



Ejercicios prolongados

- Tasa de consumo de glucosa muscular se mantiene constante, pero tasa de liberación de glucosa hepática disminuye – depleción gradual de glucógeno
- Se incrementa gluconeogénesis hepática, pero no alcanza a compensar
- Fatiga

Son muchos los mecanismos fisiológicos que operan para mantener la glucemia estable, pero en práctica deportiva puede afectarse en dos situaciones:

Deportes cortos de alta intensidad (menos de 60 seg.)

- Aumento de glucosa sanguínea por encima de valores normales
- Aumento de catecolaminas que promueven glucógenolisis hepática = aumento de glucosa en sangre
- El músculo utiliza su propia reserva

Deportes largos de moderada intensidad (≥ 60 minutos)

- Disminución de insulina
- Aumento de glucagón y catecolaminas
- Se incrementa glucogenólisis hepática para mantener glucemia
- Cuando el glucógeno hepático se depleciona, sino ingiero H de C = hipoglucemia



Metabolismo del glucógeno muscular durante el ejercicio

Se incrementa de forma exponencial según se vaya incrementando intensidad de la actividad

Tasa de ruptura de glucógeno muscular

- 50% $VO_{2m\acute{a}x}$ = 0.7 mmol/kg/min
- 75% $VO_{2m\acute{a}x}$ = 1.4 mmol/kg/min

A intensidades $\geq 60\%$ VO_{2max} puede comenzar fatiga consecuencia de factores como deshidratación, hipertermia, incluso aburrimiento

A intensidades $\geq 90\%$ VO_{2max} fatiga producto de la depleción de glucógeno muscular



- El tiempo que transcurra hasta la fatiga es directamente proporcional a la concentración de glucógeno muscular
- Manipulación dietética = consumo de hidratos exógenos, sobrecarga de glucógeno

Reserva de glucógeno

Muscular

- 300 – 600 gramos
- Función: Brindar energía durante la actividad moderada e intensa

Hígado

- 80 – 110 gramos
- Función: Mantener constante glucosa en sangre

Proteínas

Las unidades simples que componen a las proteínas: las denominamos:

Aminoácidos (aa)

- Los aa se unen y forman péptidos
- Los péptidos se unen y forman proteínas

Digestión

- Comienza en el estómago = se activa la pepsina (hidroliza a cadenas cortas de péptidos)
- 15% de las proteínas de la ingesta se hidrolizan aquí

Digestión

- La mayor parte se produce en duodeno =tripsina= hidroliza en tripéptidos, dipéptidos y aa libres
- La digestión se completa en el ribete en cepillo de células intestinales
- Una pequeña parte de péptidos puede pasar hacia el interior de la célula por medio de transportadores
 - Muchos estudios demostraron que por esto se pueden absorber más rápido que aa libre

Absorción

- La mayoría de los **aa** y péptidos se absorben en intestino delgado, antes de llegar al final del yeyuno
- Algunos **aa** permanecen en células epiteliales y se utilizan para formar enzimas y nuevas células



- Los **aa**, dipéptidos y tripéptidos se absorben por transporte activo acoplado al sodio.

Requiere energía y transportador

- Hay 4 tipos de transportadores: **aa** neutros, **aa** básicos, **aa** ácidos y uno específico para prolina e hidroxiprolina
- Los **aa** libres, una vez absorbidos, viajan a hígado por vena porta
- Los tripéptidos y dipéptidos una vez hidrolizados, pasan al torrente sanguíneo

Metabolismo

- Hígado = rol fundamental = sintetiza mezcla equilibrada de **aa** para los diversos requerimientos de proteínas del organismo. Luego se liberan al torrente sanguíneo como **aa** libres o como proteínas plasmáticas
- 5 - 10 minutos los **aa** libres desaparecen por el intercambio constante entre tejido
- Las proteínas **no se almacenan** = nitrógeno
- Los niveles en sangre se regulan por equilibrio entre síntesis y degradación
- Destino metabólico más importante de **aa** = formación de proteínas específicas
- Estructurales = tejido muscular
- Funcionales = enzimas, hormonas, etc.
- Los **aa** también son precursores de neurotransmisores, de catecolaminas y de la síntesis de creatina y carnitina

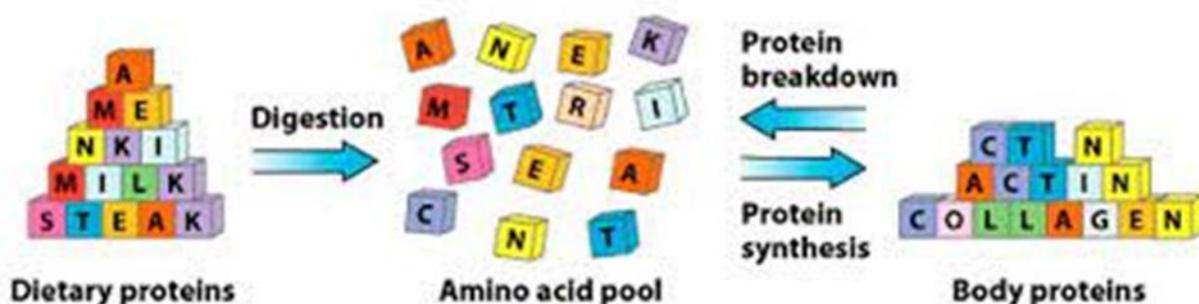
"Pool" dinámico de aa libres

Una vez en el "pool" pueden metabolizarse por diferentes vías:

- ✓ Reabsorberse en intestino
- ✓ Convertirse en otras proteínas
- ✓ Convertirse en Acetil CoA o intermediarios del Ciclo de Krebs y ser oxidados en mitocondria
- ✓ Convertirse en glucosa (gluconeogénesis) o grasas (lipogénesis)
- ✓ Eliminarsse en orina y sudor

Son varios los factores que regulan el destino metabólico de los **aa**

- ✓ Estado nutricional y fisiológico del individuo
- ✓ Ingesta calórica
- ✓ Disponibilidad de todos los **aa** necesarios para la síntesis de proteínas, en cantidades suficientes (ley del todo o nada)



Proteínas y Ejercicio

- No son fuente de energía, pueden aportar entre 5-10%
- Cuando glucógeno muscular disminuye aumenta entre 35-55% catabolismo proteico.
- Mientras la tasa de degradación proteica se incrementa moderadamente durante ejercicio, cuando la actividad cesa se estimula marcadamente la síntesis proteica
 - **Excepción a esta regla: deportista que consume inadecuada cantidad de energía o de CHO**
- Hígado puede oxidar mayoría de los 20 aa
- Músculo sólo 6: asparagina, aspartato, glutamato, AACR (leucina, isoleucina y valina). Los últimos, los más abundantes en músculo (20%)
 - Leucina: su tasa de oxidación es la que más se incrementa con el ejercicio
- Los aa utilizados durante el ejercicio provienen de la de degradación de proteínas tisulares, principalmente del propio músculo: Actina y miosina (66%)
- El aumento de alanina es directamente proporcional a la disponibilidad de AACR e inversamente proporcional a la disponibilidad de glucógeno
- El ejercicio incrementa pérdidas de proteínas por orina
 - A > intensidad > pérdida

Esto enfatiza rol importante de H de C en la **protección** de las proteínas musculares

Deportes de fuerza

Cambios en el tamaño del músculo resultado de la relación entre síntesis y degradación de proteínas

Después de ejercicio de fuerza:

- Medio hormonal estimula síntesis
- Aumenta tasa de degradación
- Menor si hay disponibilidad de energía



y aa post esfuerzo

En los ejercicios de fuerza: aumento de proteínas miofibrilares

Deportes de resistencia

- ✓ Oxidación de proteínas se incrementa
- ✓ Necesidades de proteínas pueden incrementarse para reparar daño muscular producto de actividades de alta intensidad
- ✓ Ejercicios de resistencia: formación de proteínas para biogénesis mitocondrial

Protein metabolism step by step



www.mysportscience.com

