



**Instituto Superior**

**NUEVA PREPARACIÓN FÍSICA**

**A-1531 INSTITUTO INCORPORADO A LA ENSEÑANZA OFICIAL**

## **Unidad 2 Clase 2**

**Digestión, absorción y metabolismo de los H. de C.**

**Prof. Ximena Janezic**



## El sistema digestivo

El sistema digestivo es el conjunto de órganos encargados de procesar los alimentos, absorber nutrientes, y eliminar los desechos. Está compuesto por el tracto gastrointestinal y órganos accesorios que asisten en la digestión. A continuación, te detallo su estructura y funciones:

### Estructura del Sistema Digestivo

1. **Boca:** Es el punto de entrada de los alimentos. Aquí ocurre la masticación (rompe los alimentos en partículas pequeñas) y la salivación, donde las enzimas presentes en la saliva (como la amilasa) inician la digestión de los carbohidratos.
2. **Faringe y Esófago:** Después de la boca, los alimentos pasan por la faringe y el esófago. El esófago es un tubo muscular que, mediante movimientos peristálticos, transporta el bolo alimenticio al estómago.
3. **Estómago:** Es un órgano muscular donde los alimentos se mezclan con jugos gástricos (que contienen ácido clorhídrico y enzimas) para formar el quimo. Aquí comienza la digestión de las proteínas gracias a la enzima pepsina.
4. **Intestino Delgado:** Compuesto por tres partes (duodeno, yeyuno e íleon), es donde ocurre la mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes. En el duodeno, el quimo se mezcla con bilis (del hígado y vesícula biliar) y jugos pancreáticos (del páncreas), que ayudan a digerir grasas, proteínas y carbohidratos.
5. **Intestino Grueso:** Incluye el ciego, colon y recto. En el colon se absorben agua y algunos electrolitos, convirtiendo el quimo en heces. Las bacterias en el colon también ayudan en la fermentación de ciertos restos de alimentos.
6. **Recto y Ano:** Las heces se almacenan en el recto y se eliminan a través del ano.

### Órganos Accesorios

1. **Hígado:** Produce bilis, que emulsiona las grasas para facilitar su digestión y absorción en el intestino delgado.
2. **Vesícula Biliar:** Almacena la bilis producida por el hígado y la libera en el intestino delgado cuando es necesario.
3. **Páncreas:** Produce enzimas digestivas (lipasas, amilasas y proteasas) y bicarbonato, que neutraliza el ácido del estómago cuando el quimo entra en el intestino delgado.



## **Funciones del Sistema Digestivo**

1. **Ingestión:** Consumo de alimentos y líquidos.
2. **Digestión:** Descomposición de los alimentos en moléculas más pequeñas, ya sea a través de la digestión mecánica (masticación y movimientos peristálticos) o química (enzimas digestivas).
3. **Absorción:** Las moléculas digeridas (nutrientes) se absorben principalmente en el intestino delgado y pasan al torrente sanguíneo.
4. **Eliminación:** Los desechos no absorbidos (fibras y otros restos) se eliminan del cuerpo en forma de heces a través del recto y ano.

Este sistema es esencial para el suministro de nutrientes y energía al organismo, apoyando su funcionamiento general y la salud celular

## **Complicaciones gastrointestinales durante la práctica deportiva**

- ✓ Prevalencia muy alta en deportistas
- ✓ Mujeres más propensas
- ✓ Ejercicio de alta intensidad (80% del VO<sub>2</sub> máx.) reduce flujo sanguíneo del TG pudiendo producirse las siguientes modificaciones de sus funciones:
  - Disminuye las contracciones
  - Aumenta motilidad en intestino grueso
  - Aumenta reflujo gastroesofágico
  - Disminuye ritmo de vaciamiento gástrico
  - Disminuye absorción de agua, electrolitos y nutrientes

## **Causas del CGI**

- ✓ Estrés asociado con la competencia: náuseas, gastritis o diarrea
- ✓ Deshidratación
- ✓ Ingesta previa de alimentos ricos en fibra
- ✓ Ingesta previa de alimentos ricos en grasas o proteínas
- ✓ Consumo de bebidas hiperosmolares durante práctica deportiva
- ✓ Intolerancia a la lactosa



- ✓ Consumo de bebidas con fructosa como único H de C, antes y/o durante la práctica deportiva
- ✓ Consumo de bebidas carbonatadas durante la práctica deportiva
- ✓ Fatiga, sobreentrenamiento
- ✓ Sobredosis de suplementos de vitaminas y minerales
- ✓ Consumo de algún tipo de suplemento dietario
- ✓ Fiebre

## **Digestión, absorción y metabolismo de nutrientes en reposo y durante ejercicio**

### **Digestión**

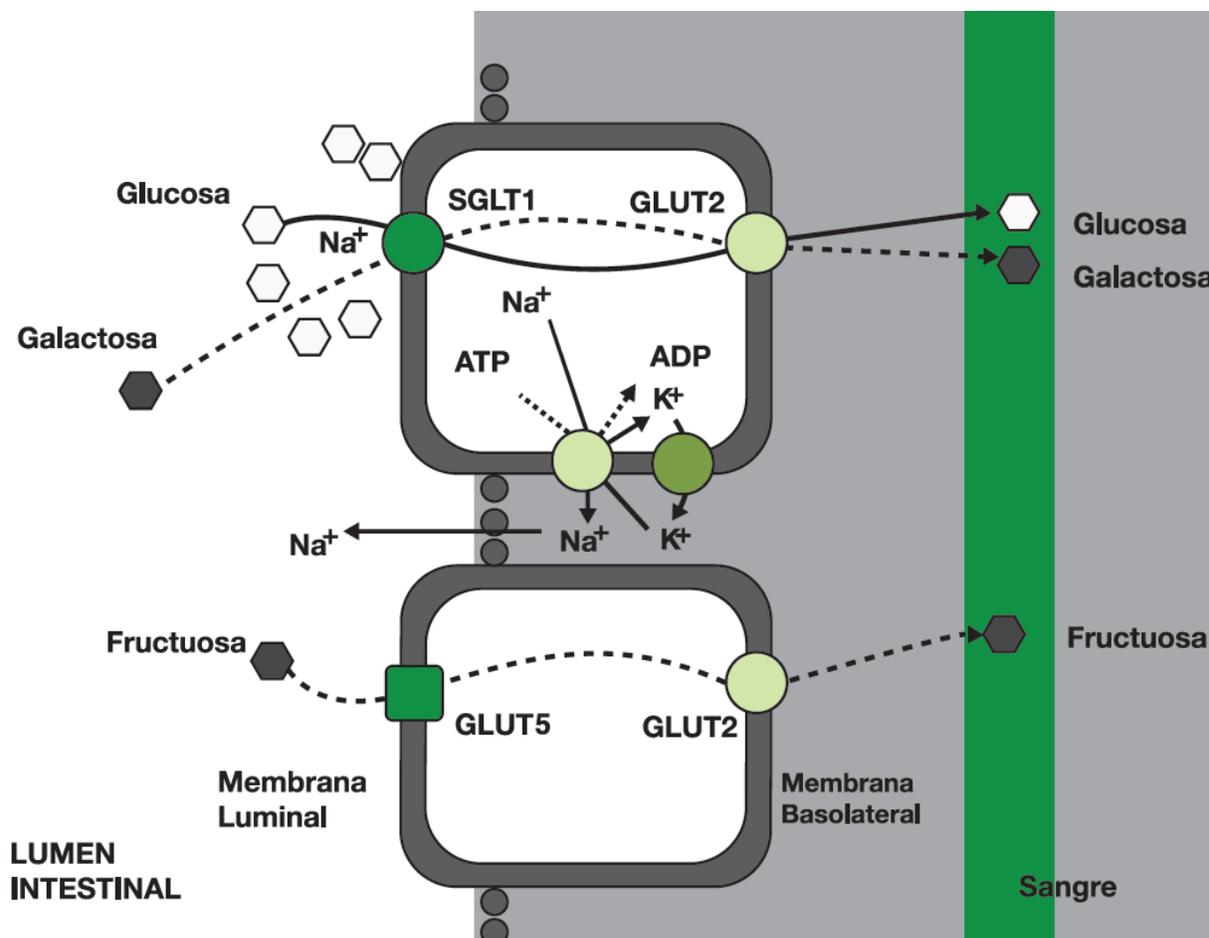
- ✓ Comienza en la boca = enzima amilasa salival
- ✓ Estómago = pH ácido disminuye acción de amilasa salival
- ✓ Estómago a intestino = 30 - 40 % de H de C ya digeridos
- ✓ Duodeno = se neutraliza acidez por bicarbonato de sodio proveniente del páncreas –la digestión de H de C se acelera nuevamente por amilasa pancreática
- ✓ Íleon = la mayoría de los H de C = disacáridos
  - cuando entran en contacto con ribete en cepillo son digeridos a monosacáridos por lactasa, sacarasa y maltasa.
  - **Monosacáridos** son la forma en que H de C son absorbido

### **Absorción**

- ✓ Los **monosacáridos**: glucosa, fructosa y galactosa se absorben en duodeno, yeyuno e íleon
- ✓ Glucosa no es permeable a la doble capa lipídica = necesita transportador para ingresar a la célula. Transportadores involucrados en la absorción intestinal
  - ✓ Proteína transportadora de Glucosa Sodio Dependiente (SGLT1), requiere energía. Galactosa comparte y compite por ese transportador
  - ✓ Proteína Transportadora Sodio Independiente (GLUT 5): difusión facilitada. Fructosa



- ✓ Los 3 monosacáridos salen de célula intestinal hacia capilares por transportador GLUT 2 por difusión facilitada



### Metabolismo

- Una vez digeridos y absorbidos en intestino: glucosa, fructosa y galactosa son transportados vía vena porta hacia el hígado, Galactosa y Fructosa son transformados en Glucosa allí.
- 2/3 de glucosa entra a hepatocito y es fosforilada:  
Glucosa-6-Fosfato (G6F) = enzima glucoquinasa
- 1/3 atraviesa hígado hacia la sangre



### **Vías metabólicas de G6F:**

- Convertirse en Ac. Grasos y colesterol: Kcal ingeridas superan la demanda energética y la capacidad de hígado y músculos de glucogenogénesis.
- Glucogenogénesis: el GN hepático almacenado puede volver a convertirse en glucosa mediante Glucógenolisis para mantener niveles sanguíneos en momentos de mayor necesidad
- Glucógenolisis: en el hígado y en el músculo

### **Glucogénesis o Glucogenogénesis - Origen o principio de algo**

- Glucosa disponible = almacenar
- Proceso anabólico = requiere energía
- Órganos de mayor producción: hígado y músculos
- Insulina alta
- Glucágon y hormonas del estrés bajas (Adrenalina y Noradrenalina)

### **Glucógenolisis**

Descomposición de una sustancia por rotura de sus enlaces químicos

- Glucosa insuficiente = se degrada glucógeno
- Proceso catabólico (no requiere energía)
- Aumenta Glucágon y hormonas del estrés
- Disminución insulina

### **Glucólisis**

- ✓ Se realiza en citoplasma
- ✓ Proceso catabólico
- ✓ Desdobla glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico e intermediarios energéticos
- ✓ Se divide en dos fases:
  - Fase preparatoria
  - Segunda fase



- ✓ Fase preparatoria
  - Ruptura de molécula de 6 carbonos en dos de 3 (triosas)
- ✓ Segunda fase
  - Oxidación y redistribución de elementos en la molécula = formación de intermediarios de alta energía para formar ATP

### **Gluco-neo-génesis**

- Obtener glucosa de fuentes que NO son hidratos de carbono
  - Aminoácidos
  - Ácido láctico
  - Glicerol
- Esto sucede cuando con la alimentación no se aportan suficientes H de C
- Principales órganos gluconeogénicos: hígado y riñón

### **Regulación endócrina del metabolismo de H de C**

- **Insulina**
  - Anabólica: aumenta almacenamiento de glucosa, aa y ácidos grasos
  - Hipoglucemiante
- **Glucágon**
  - Catabólico: moviliza reservas de estos nutrientes a la sangre
  - Hiperglucemiante
- **Adrenalina y Noradrenalina**



- ✓ **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 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**

- ✓ 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<sub>2</sub>máx)

- 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 ( $\geq 60$ minutos)**

- Disminución de insulina



- Aumento de glucágon 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%  $VO_{2\text{máx}}$  = 0.7 mmol/kg/min
- 75%  $VO_{2\text{máx}}$  = 1.4 mmol/kg/min

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

A intensidades  $\geq 90\%$   $VO_{2\text{máx}}$  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

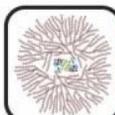
### **Reserva de glucógeno**

Muscular

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

Hígado

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

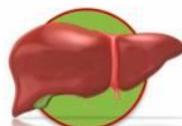


## GLUCÓGENO: ¿DÓNDE SE ENCUENTRA EN EL CUERPO HUMANO?

Diseñado por Aitor Viribay Morales - [www.glut4science.com](http://www.glut4science.com)



GLUT4  
science



### HÍGADO

En torno a **100g**:

- Regulación Glucemia (enzima **Glucosa 6 Fosfatasa**)
- Síntesis dependiente de **Glucosa y Fructosa**.



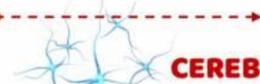
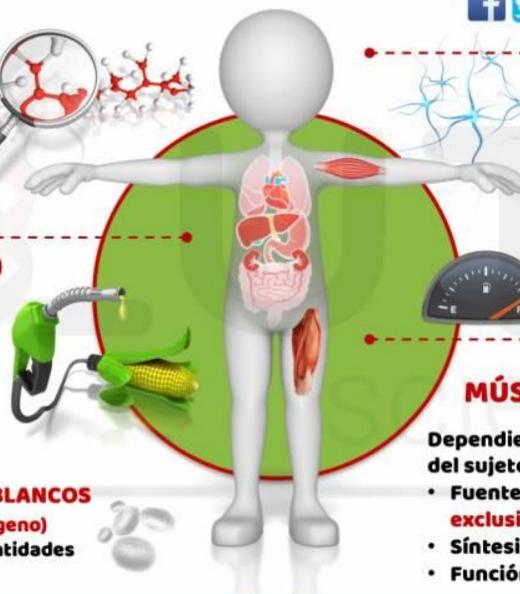
### RIÑONES

Pequeña cantidad muy poco significativa.



### SANGRE Y GLÓBULOS BLANCOS

**5 g de GLUCOSA (no glucógeno)** sanguínea + pequeñas cantidades en glóbulos blancos



### CEREBRO

Por determinar cantidad:

- En los **astrocitos** (recientes descubrimientos).
- ¿Posible relación con la **fatiga central**?



### MÚSCULO

Dependiendo de la masa muscular y nivel del sujeto: aprox. **400g**:

- Fuente energética biodisponible **exclusivamente** del músculo.
- Síntesis **dependiente de glucosa**.
- Función extra: **señalizador y regulador**.



Referencia: Areta JL, et al. Sports Med. 2018.