



NUTRICIÓN DEPORTIVA

DIGESTIÓN; ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE
LOS H D E C

Lic. Ximena Janezic
ximenajanezic@gmail.com

Nutrición Deportiva : TEMAS

Conceptos
básicos de
Nutrición

Energía

- Sistemas energéticos
- Sustratos energéticos

Micronutrientes

- Vitaminas
- Minerales

Suplementos

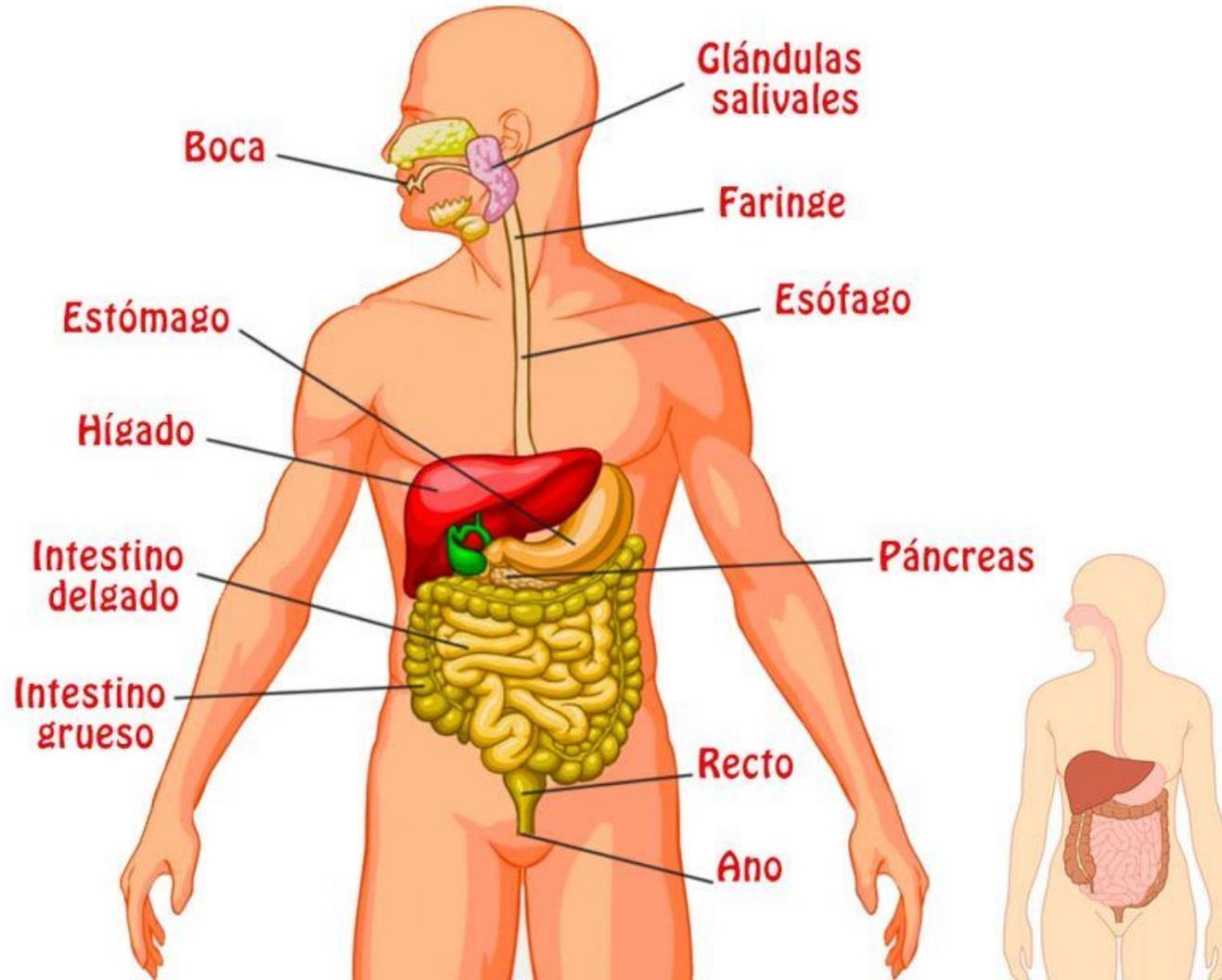
Digestión;
Absorción y
metabolismo
de nutrientes

Macronutrientes

- Hidratos de Carbono
- Proteínas
- Lípidos

Hidratación

Sistema Digestivo



Estructura del sistema digestivo

Tracto gastrointestinal

✓ Boca – Ano

Dividido en regiones

✓ Boca – esófago

✓ Estómago

✓ Intestino delgado y grueso

✓ Órganos accesorios y glándulas



Funciones del sistema digestivo

Incorporar nutrientes al medio interno

- ***Ingestión:** llevar la comida y bebida a través de la boca
- ***Propulsión:** mueve comida y residuos indigeribles por el TG con contracciones musculares
- ***Digestión mecánica:** al masticar y con movimientos musculares descompone físicamente la comida



Funciones del sistema digestivo

Incorporar nutrientes al medio interno

***Digestión química:** enzimas para separar moléculas complejas en sustancias más sencillas que puedan absorberse

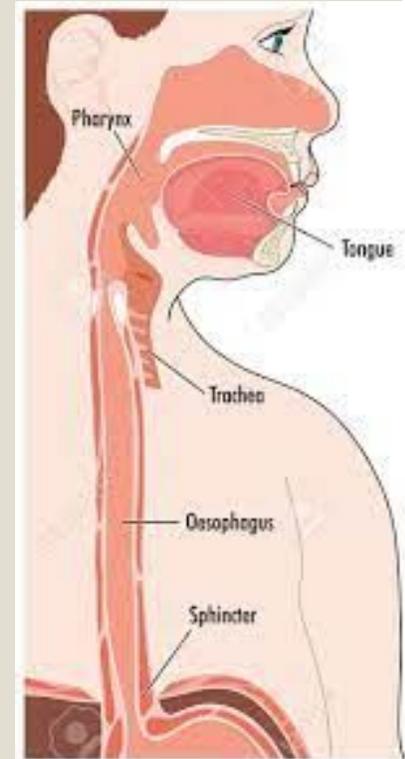
***Absorción:** mueve los nutrientes digeridos al torrente sanguíneo o al sistema linfático

***Producción de materia fecal**



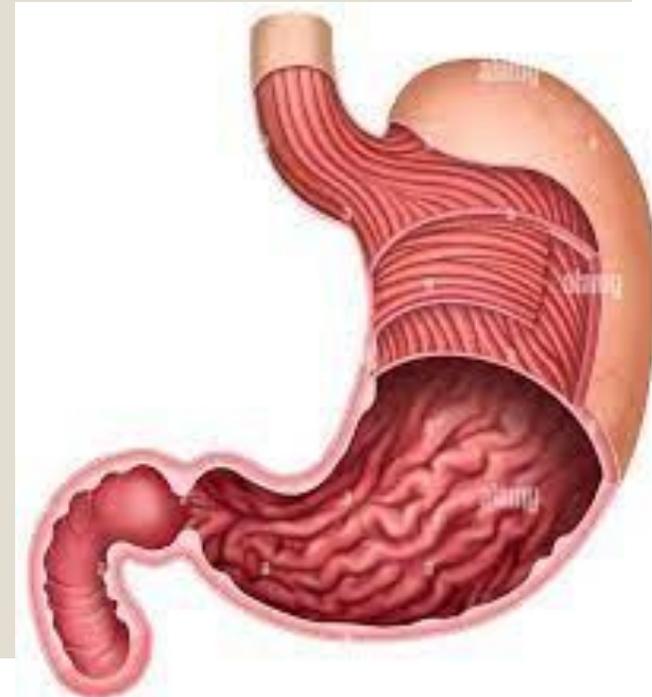
Boca y Esófago

- *Importante su buena salud, sino se vería afectada la ingesta.
- *Deportes de resistencia: Consumo de muchos alimentos cariogénicos: bebidas deportivas o alimentos dulces – Consultas frecuentes al odontólogo
- *Deportes de levantamiento de peso = hernia hiatal y esofagitis = dolor al tragar, restricción de ingesta



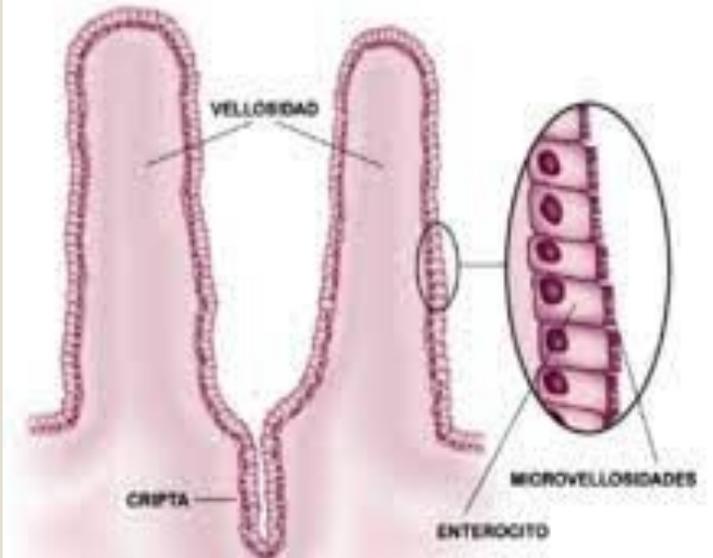
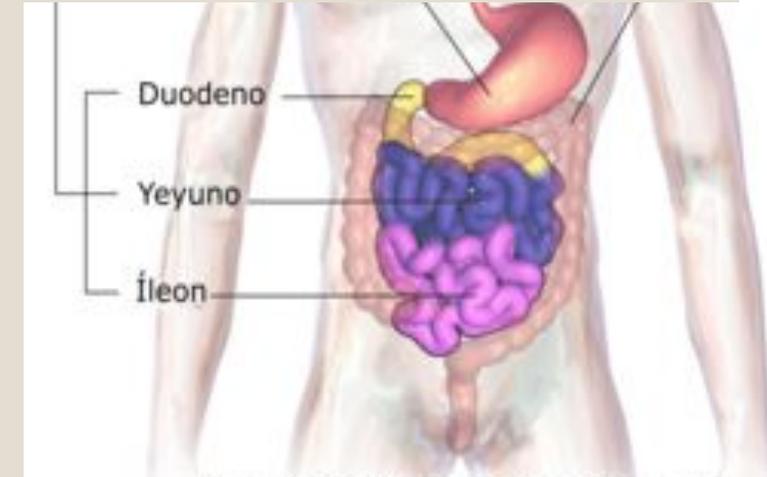
Estómago

- ❖ Parte más ancha y elástica del canal alimentario
- ❖ Puede aumentar hasta 20 veces su tamaño con el ingreso de alimentos
- ❖ Recubierto por 3 capas de músculo
- ❖ Los músculos se contraen por turnos
- ❖ Esfínter pilórico: válvula que controla la salida de alimentos semidigeridos



Intestino Delgado

- ❖ Aprox. 6 mts de largo y 2.5 cm diámetro
- ❖ 3 regiones: duodeno – yeyuno – íleon
- ❖ Se descomponen totalmente los alimentos (ayuda del hígado y páncreas)
- ❖ Vellosidades (aumento de la superficie)
- ❖ Absorción de nutriente



Intestino Delgado

De arriba hacia abajo

Duodeno:

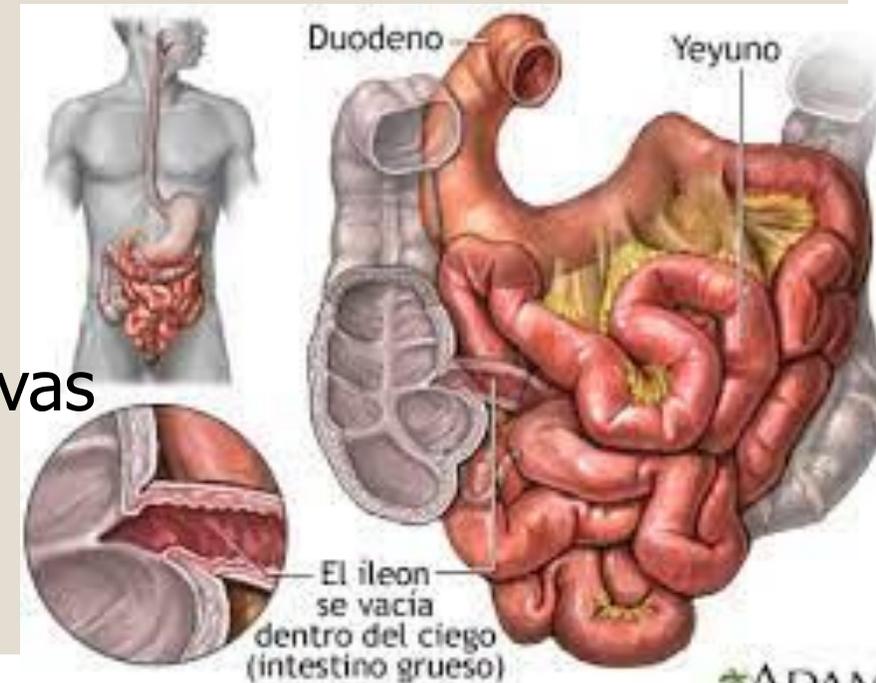
- Segmento de 30 cm
- Recibe fluidos digestivos del páncreas y del hígado
- Se neutraliza ácidos del estómago
- Secreta hormonas gastrointestinales

Yeyuno:

- 2 mts de largo
- Secreta grandes cantidades de enzimas digestivas

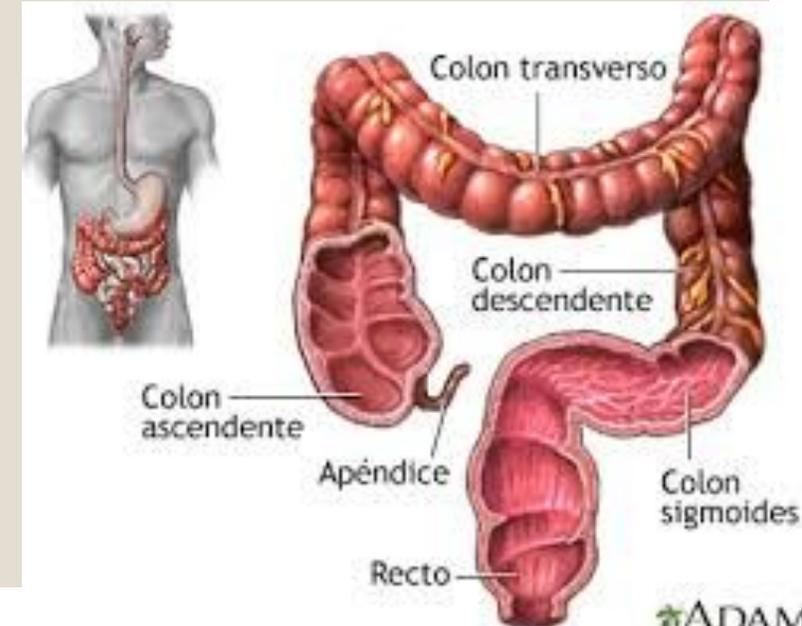
Íleon:

- Absorción de nutriente



Intestino Grueso

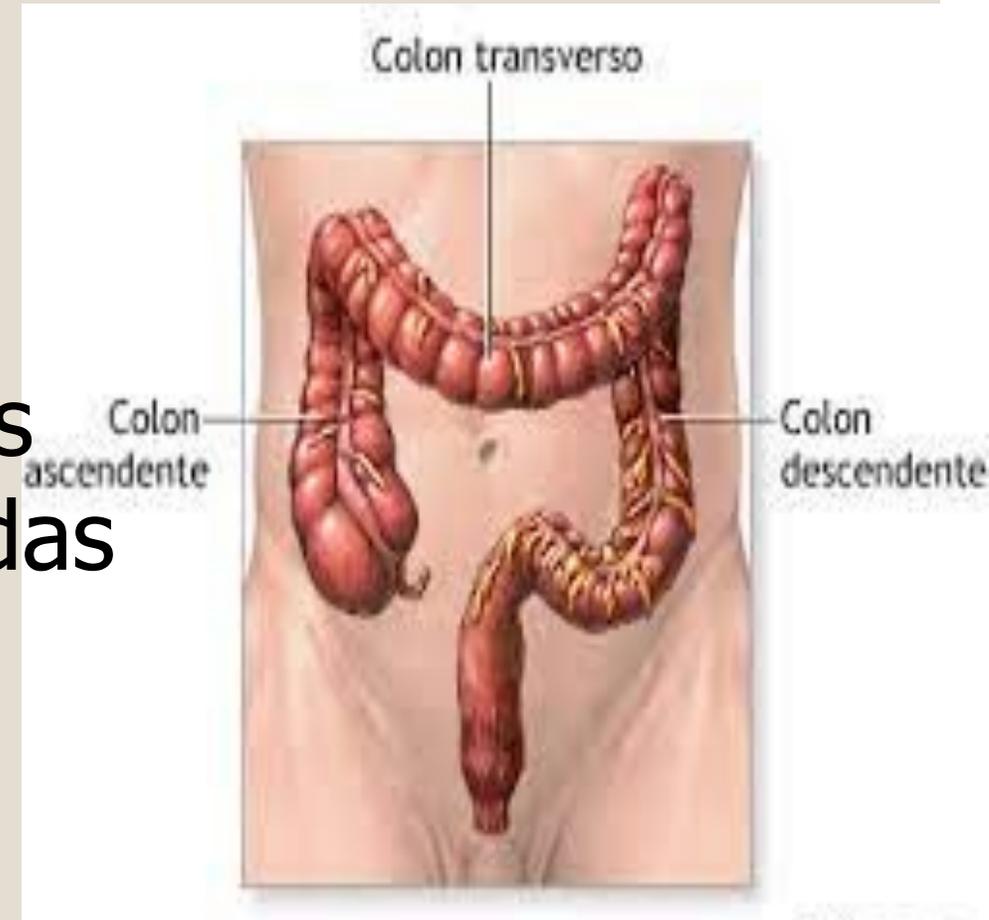
- ❖ Comienza en válvula ileocecal y termina en el recto y ano
- ❖ Apróx. 1.5 mt de largo y 5 cm de diámetro
- ❖ Tenias (cintas musculares). Dan forma de una sucesión de sáculos
- ❖ Compactar residuos antes de desplazarlos
- ❖ No produce enzimas
- ❖ No participa directamente de la digestión



Intestino Grueso

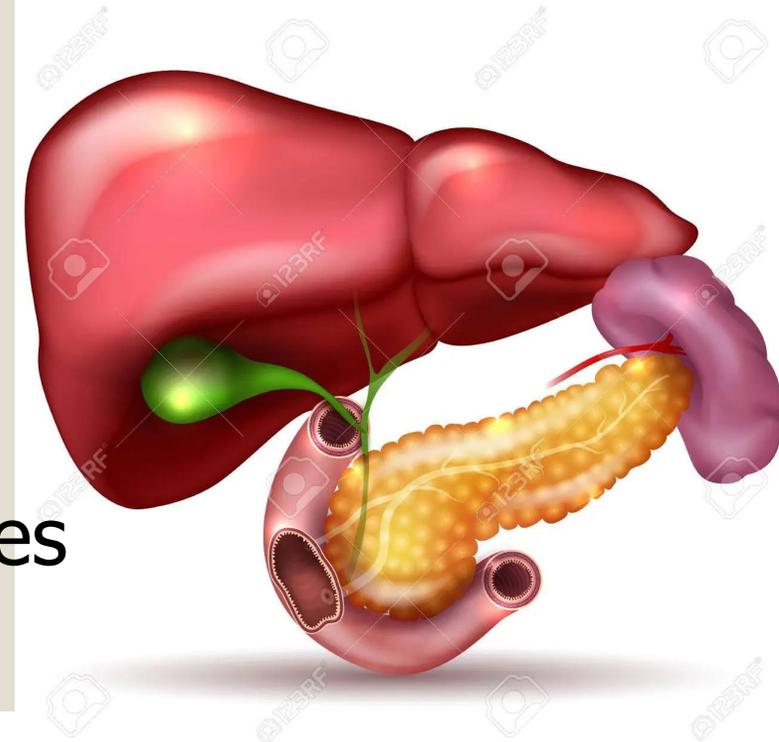
Funciones:

- ✓ Reabsorber agua
- ✓ equilibrar fluidos corporales
- ✓ facilitar expulsión de desechos
- ✓ Absorción de vitaminas producidas por bacterias
 - ✓ Ej: Vit K



Hígado y Páncreas

- ◆ Comparten una salida al duodeno
- ◆ Bilis del hígado (agua, productos de desecho y sales biliares)
 - ◆ Emulsionan las grasas
- ◆ Jugo pancreático (álcali)
 - ◆ Neutraliza ácido estomacal
 - ◆ Produce enzimas para digerir macro nutrientes y ácidos nucleicos



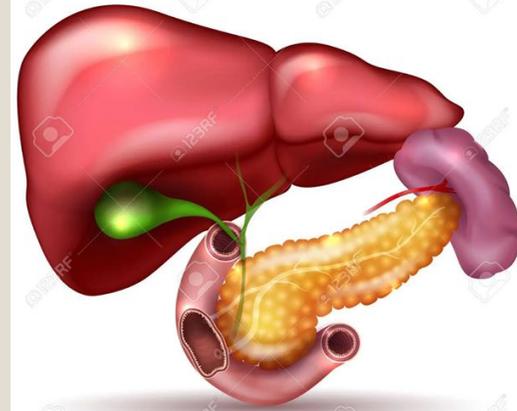
Hígado y Páncreas

Páncreas

- Control de glucemia en sangre: insulina y glucagón

Hígado

- ✓ Regulación de glucosa en sangre: glucógeno y gluconeogénesis
- ✓ Metabolismo de grasas: colesterol
- ✓ Metabolismo de proteínas: fibrinógeno y descomposición de aa. para GNG
- ✓ Producción de bilis
- ✓ Almacenamiento y activación de vitaminas: A, D, E, K y B12
- ✓ Almacenamiento de minerales: Fe y Cu
- ✓ Descompone hormonas
- ✓ Desintoxicación: medicamentos y alcohol
- ✓ Fagocitosis

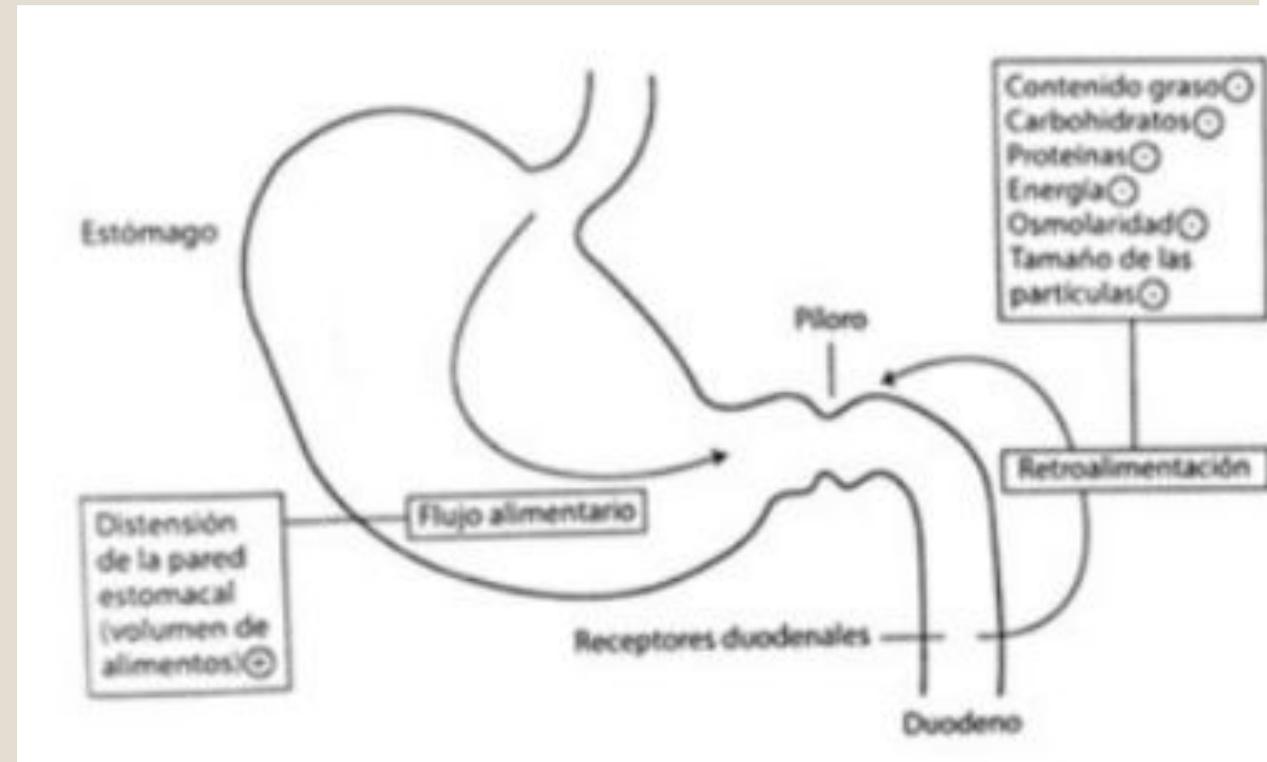


Vaciamiento Gástrico

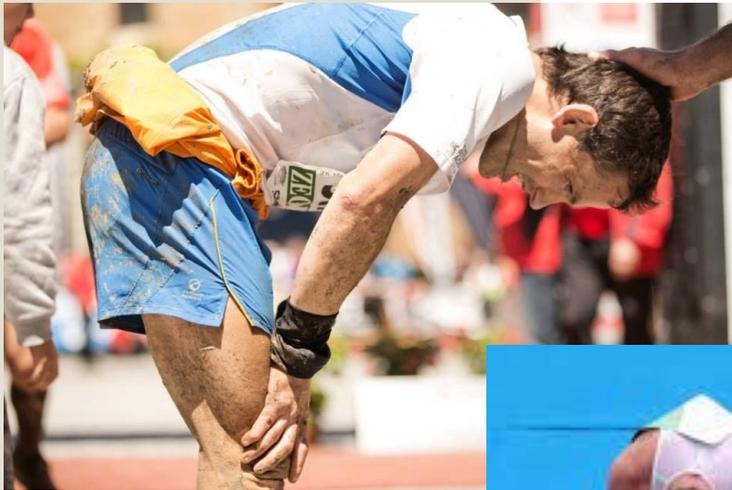
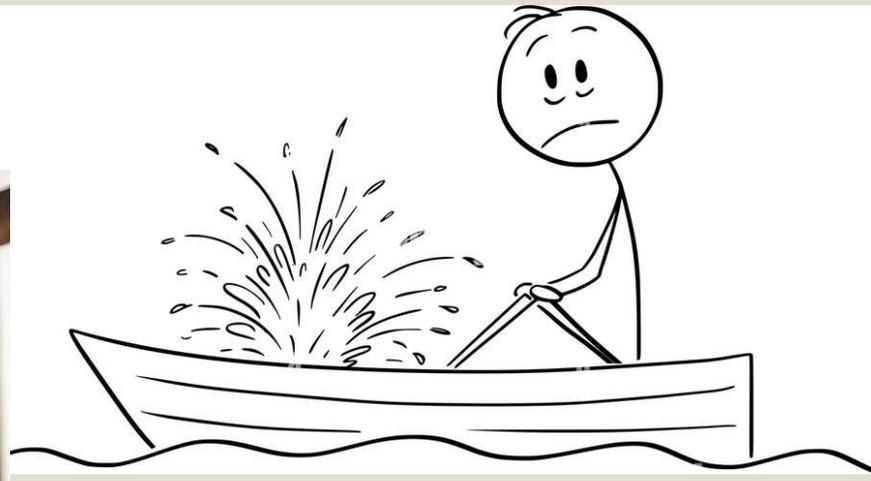
Velocidad en la cual los alimentos y bebidas salen del estómago

◦ Factores que afectan el VG

- ✓ Volumen ingerido
- ✓ Intensidad del ejercicio
- ✓ Osmolaridad
- ✓ Densidad energética
- ✓ Temperatura de la comida y/o bebida
- ✓ Consistencia de la comida
- ✓ Componentes de la comida (macros)
- ✓ pH
- ✓ Gasificación
- ✓ Estado de hidratación
- ✓ Estrés psicológico



Complicaciones gastrointestinales durante la práctica deportiva



CGI durante la práctica deportiva

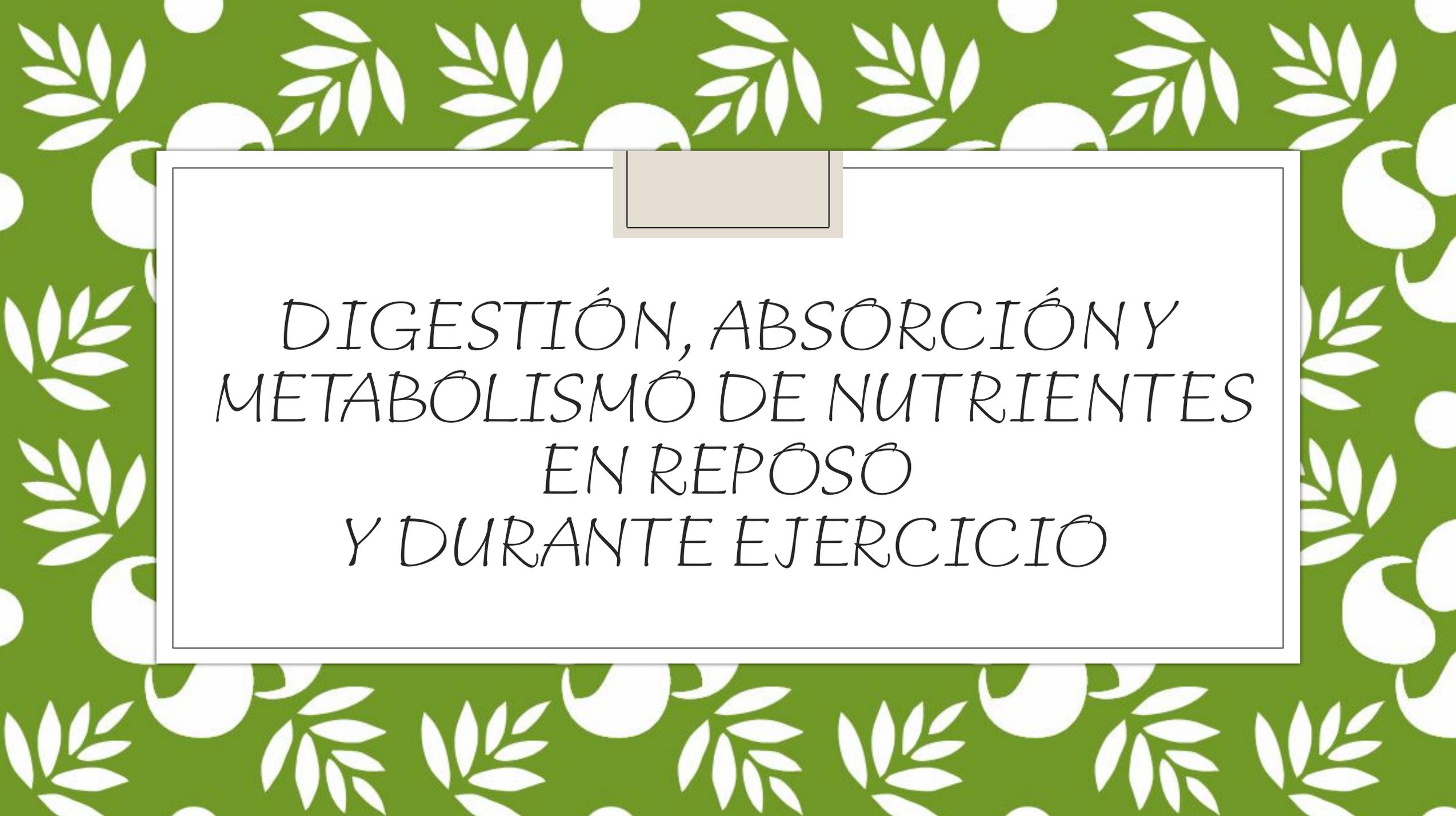
- ✓ Prevalencia muy alta en deportistas
- ✓ Mujeres más propensas
- ✓ Ejercicio de alta intensidad (80% del VO_2 máx.) reduce flujo sanguíneo del TG pudiendo producirse las siguientes modificaciones de sus funciones:
 - Disminuye las contracciones
 - Aumenta motilidad en intestino grueso
 - Aumenta reflujo gastroesofágico
 - Disminuye ritmo de vaciamiento gástrico
 - Disminuye absorción de agua, electrolitos y nutrientes



Causas de la CGI en deportistas

- ❖ 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

Hidratos de Carbonos



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

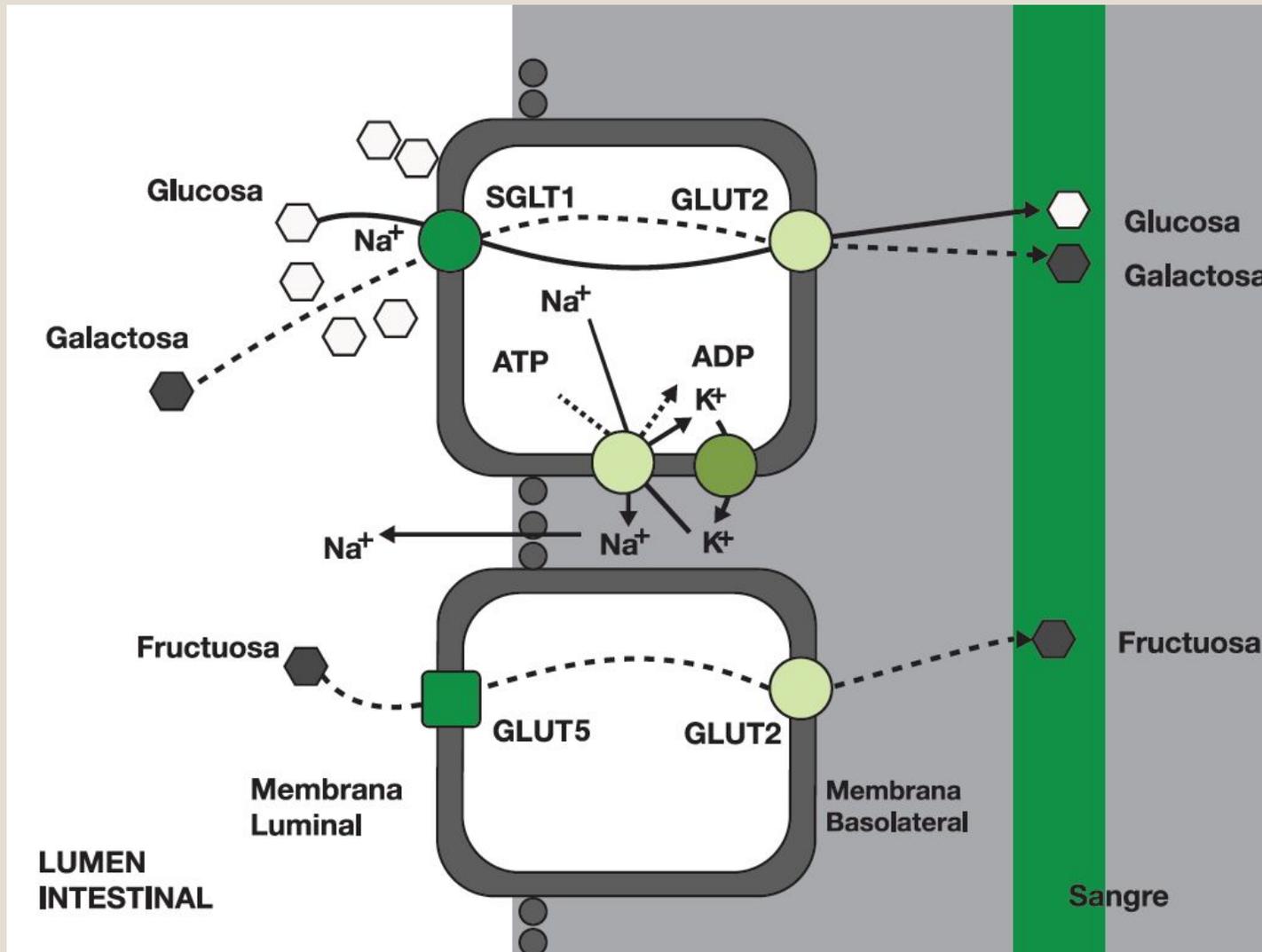
Hidratos de Carbono



Absorción

- ✓ Los **monosacáridos**: glucosa, fructosa y galactosa se absorben en duodeno y yeyuno
- ✓ 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

Absorción de los Hidratos de Carbono



Hidratos de Carbono

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

Hidratos de Carbono

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



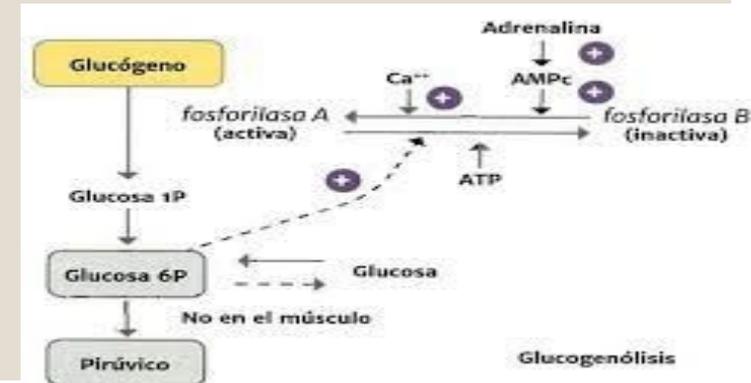
Origen o principio de algo

- 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

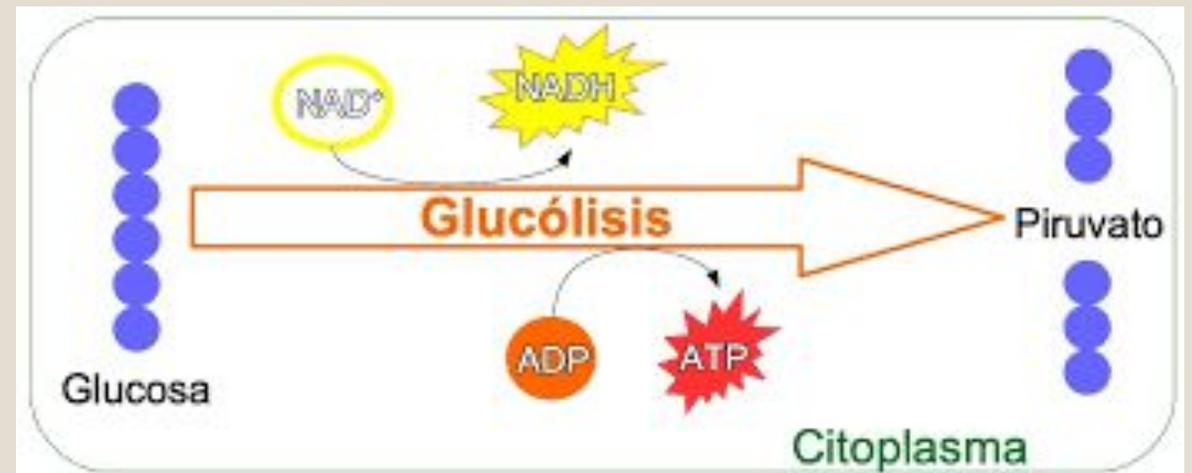
Descomposición de una sustancia por rotura de sus enlaces químicos

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



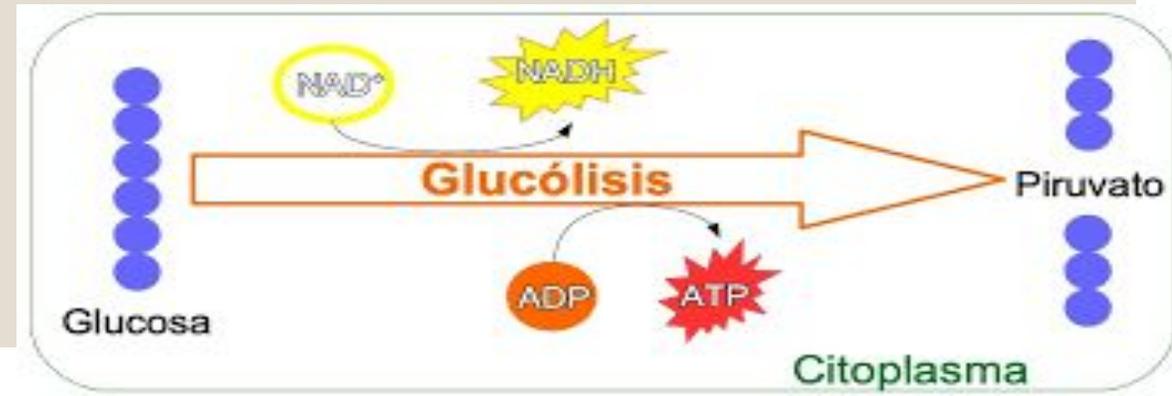
Glucólisis

- ✓ 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

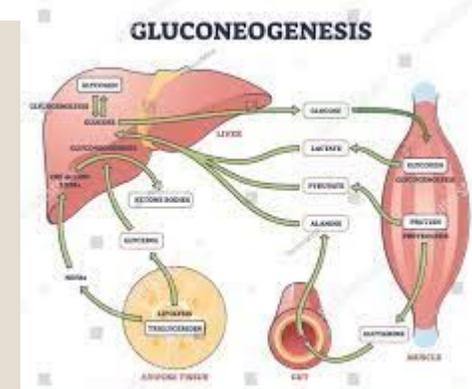


Glucólisis

- ✓ 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

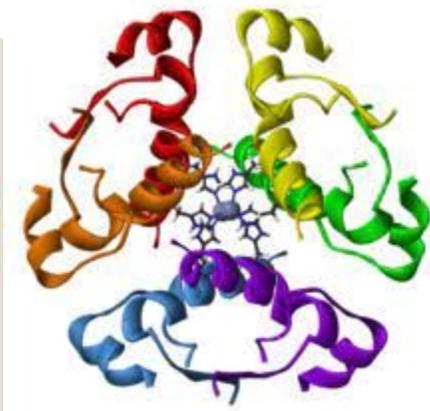
Regulación endócrina del metabolismo de H de C

- **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**

Hormonas que participan en la regulación de los niveles de glucosa en sangre

Hormona	Es estimulada por:	Su acción es:
Insulina	Aumento de glucosa en sangre	Disminuir la glucosa en sangre
Glucágon	Disminución de glucosa en sangre	Estimula gluconeogénesis del hígado aumentando la glucosa en sangre
Adrenalina	Esfuerzo debido al ejercicio Disminución de glucosa en sangre	Estimula degradación del glucógeno y la liberación de glucosa por el hígado, aumentando niveles en sangre
Noradrenalina	Esfuerzo debido al ejercicio Disminución de glucosa en sangre	Estimula la degradación de las proteínas la gluconeogénesis, aumenta la glucosa en sangre

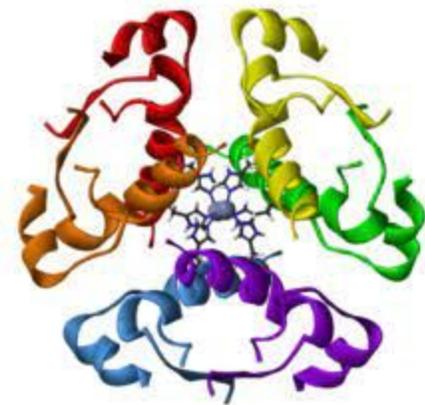
Rol de la Insulina



- ✓ 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.

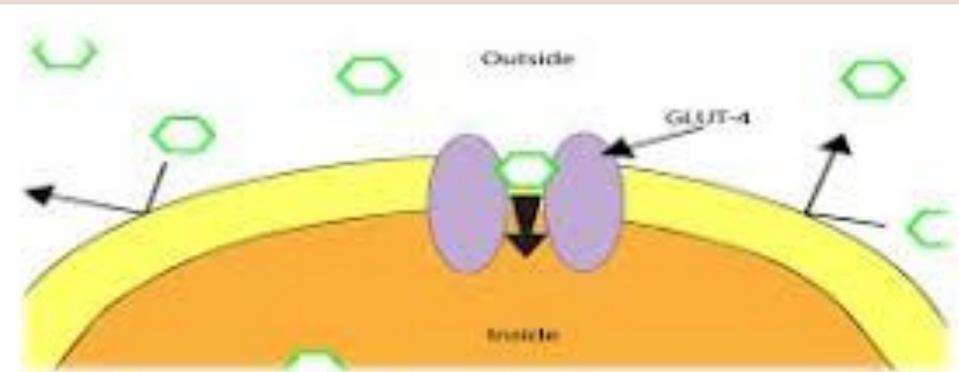
Durante el ejercicio

- ✓ Los valores de insulina descienden debido al aumento de 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_2 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 (≥ 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 incrementado 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 $\geq 60\%$ $VO_{2\text{max}}$ puede comenzar fatiga consecuencia de factores como deshidratación, hipertermia, incluso aburrimiento

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

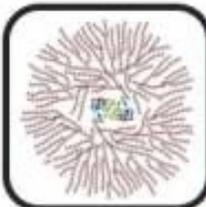
Reserva de glucógeno

Muscular

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

Hígado

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

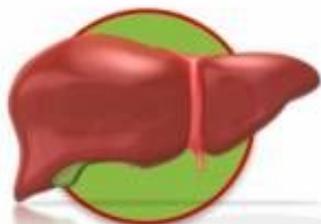


GLUCÓGENO: ¿DÓNDE SE ENCUENTRA EN EL CUERPO HUMANO?

Diseñado por Aitor Viribay Morales - www.glut4science.com



GLUT4
science



HÍGADO

En torno a **100g**:

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



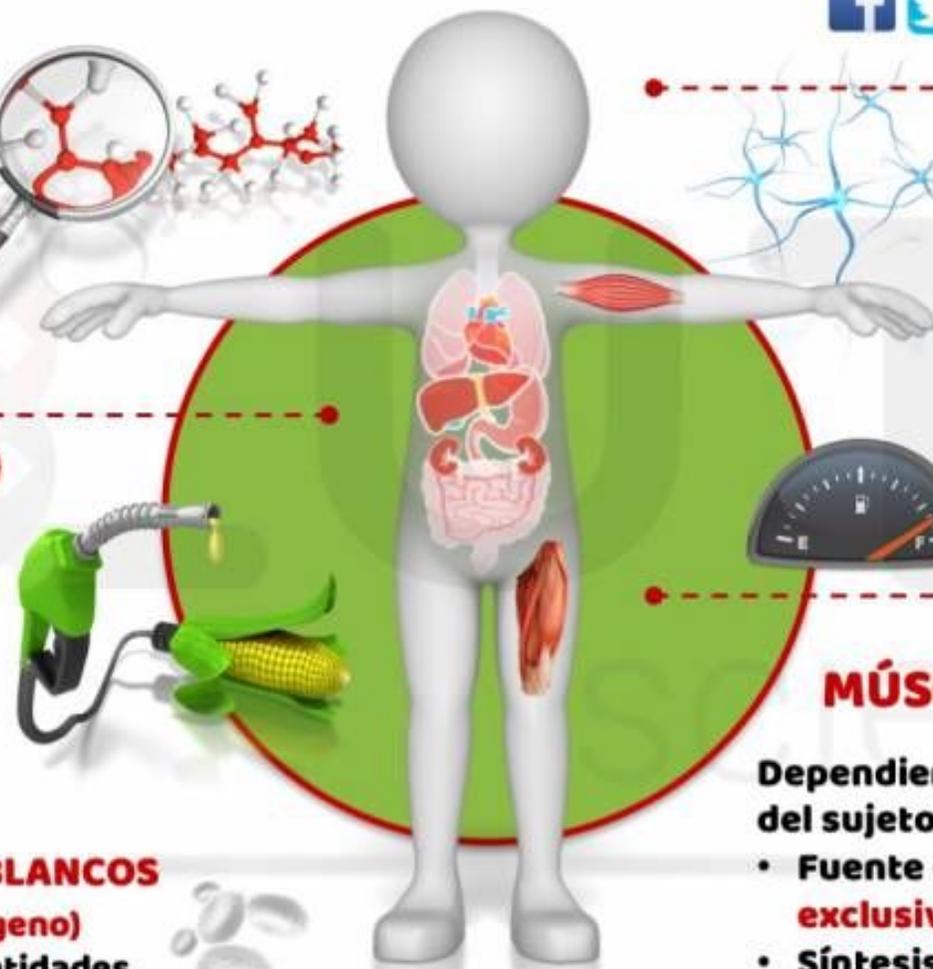
RIÑONES

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**:

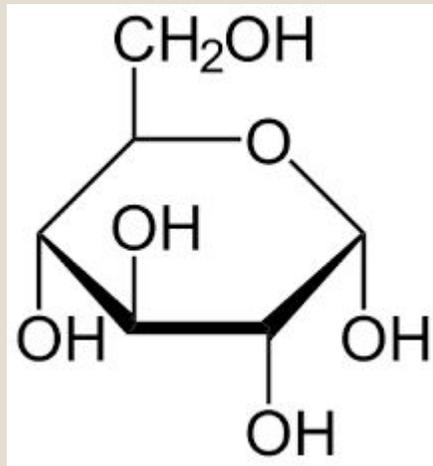
- Fuente energética biodisponible **exclusivamente** del músculo.
- Síntesis **dependiente de glucosa**.
- Función extra: **señalizador y regulador**.



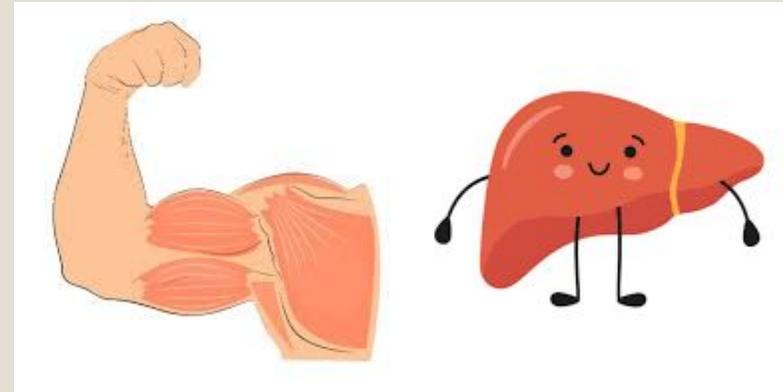
Hidratos de Carbono



Glucosa



Glucogenogénesis



Glucógenolisis

Gluconeogénesis

Glucosa

Glucólisis

Energía



