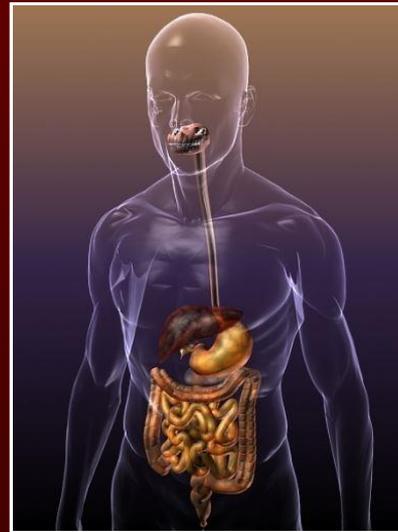


Digestão e Absorção Gastrointestinal e Metabolismo Hepático e Pancreático

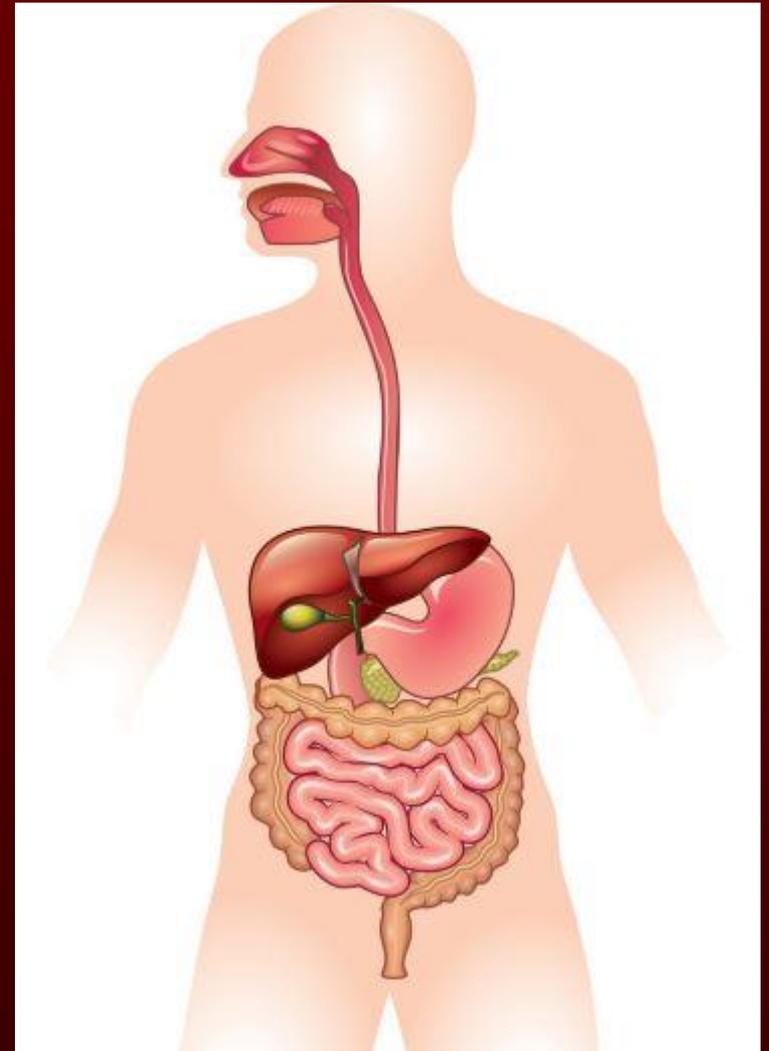


Fernando Gomes Romeiro
Disciplina de Gastroenterologia e Nutrição
Departamento de Clínica Médica FMB / UNESP
fernando.romeiro@unesp.br



Anatomia da discussão de hoje

- Alimentação x digestão
 - Deglutição
 - Pâncreas
 - Esôfago
 - Estômago
 - Vias biliares
-
- Intestino delgado
 - Fígado
 - Cólon e reto



Alimentação e digestão

1. Alimentação

Ingestão de alimentos (voluntário)

Ingerir = introduzir no estômago



2. Digestão

Processamento e absorção de alimentos no interior de órgãos do sistema digestório (involuntário)

Certo ou errado ???

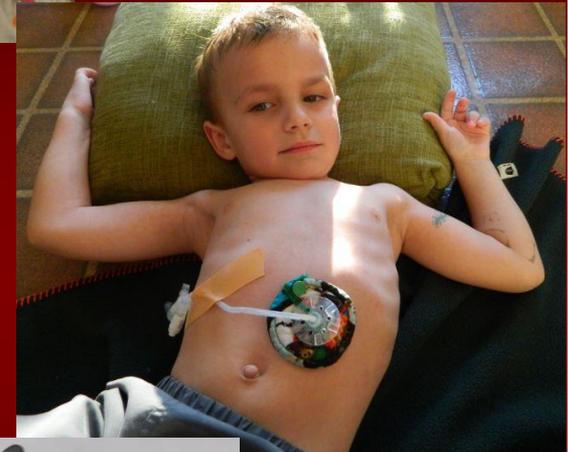
Ingestão pode ser involuntária

1. Alimentação

- Ingestão nem sempre depende da vontade

2. Digestão

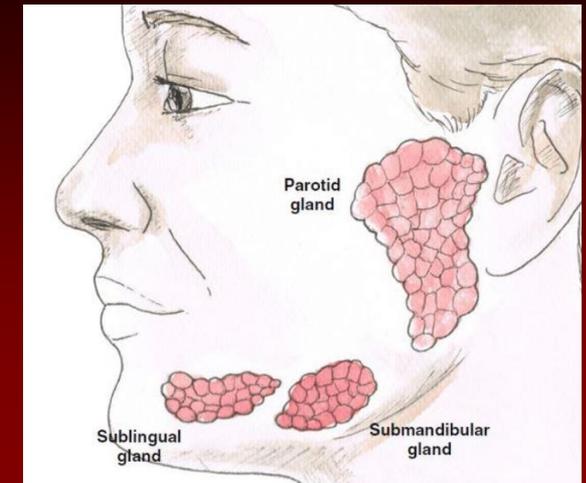
- Geralmente começa antes do contato com os alimentos, mas é involuntária



Digestão começa em glândulas, antes da mastigação

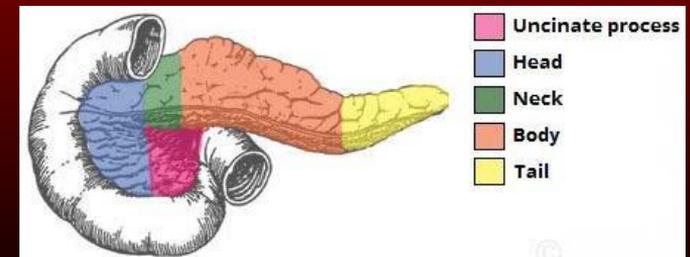
1. Salivares (0,8 a 1,5 litro)

- Enzimas, H_2O , IgA, K^+ e $NaHCO_3$
 - Parótidas (só ptialina)
 - Sublinguais (ptialina + mucina)
 - Submandibulares (idem)



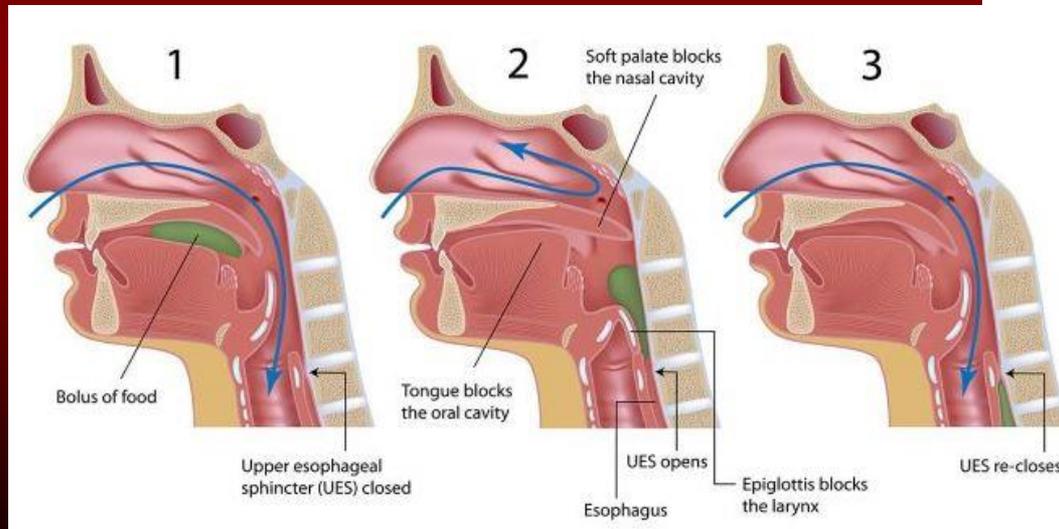
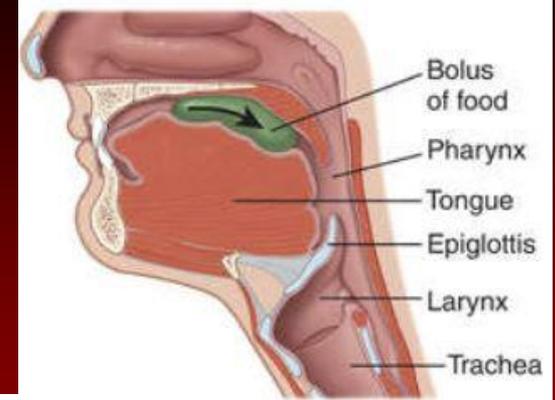
2. Pâncreas (1 litro)

- Secreção de H_2O , $NaHCO_3$
e diversas enzimas



Mastigação é voluntária. E a deglutição?

1. Fase voluntária
2. Fase faríngea
3. Fase esofágica



Fisiologia pancreática

Glândula composta (**exócrina e endócrina**)

Produz \pm 1 litro de H_2O , **enzimas** e **$NaHCO_3$** por dia

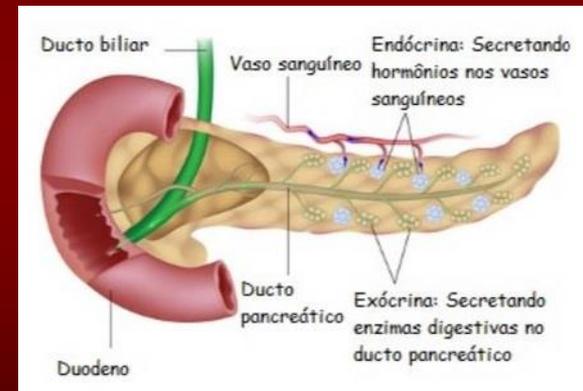
- **Secreta enzimas** digestivas para a quebra de macronutrientes:
(carboidratos, gorduras e proteínas)

Amilase

Lipase, colesterol-esterase, fosfolipase

Tripsina, quimiotripsina,

carboxipolipeptidase, elastases e nucleases



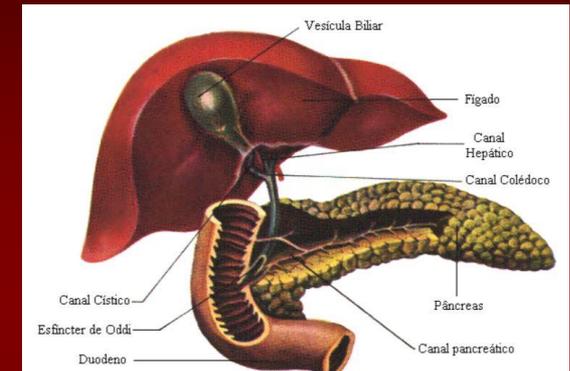
Pâncreas: papel dos alimentos

- **As enzimas proteolíticas são sintetizadas inativas:**

- **Tripsinogênio + inibidor da tripsina**
- **Quimiotripsinogênio**
- **Procarboxipeptidase**

- **Ativação ocorre só no intestino:**

- **Na presença de alimentos a mucosa secreta enteroquinase**
- **Enteroquinase ativa o tripsinogênio**
- **Tripsina ativa todas as proenzimas**



Pâncreas : papel dos alimentos

- **Estímulos à secreção pancreática:**

- 1. Acetilcolina:** secretada em terminações nervosas
- 2. Colecistocinina (CCK):** secretada no intestino quando os alimentos entram no intestino delgado
- 3. Secretina:** secretada no intestino pela passagem de alimentos ácidos (estimula secreção de NaHCO_3)

Os 2 primeiros estimulam mais a secreção de **enzimas**

Pâncreas : papel dos alimentos

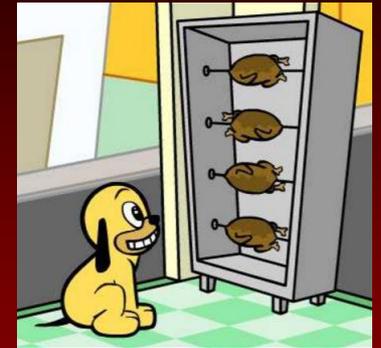
- **Fases da secreção pancreática:**

I. **Cefálica:** acetilcolina ($\pm 20\%$ do total)

II. **Gástrica:** acetilcolina ($\pm 10\%$ do total)

III. **Intestinal:** intensa pela quantidade de **secretina**, que aumenta muito o volume secretado (água e NaHCO_3)

Acetilcolina estimula a secreção de **enzimas** nos ácinos, que a seguir são “empurradas” por H_2O e NaHCO_3



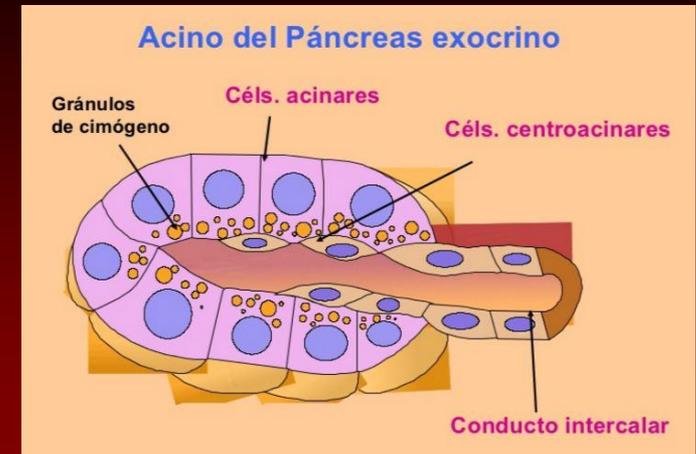
Pâncreas : alimentos e secreção

● Fases da secreção pancreática:

I. **Cefálica:** acetilcolina (ácino)

II. **Gástrica:** acetilcolina (ácino)

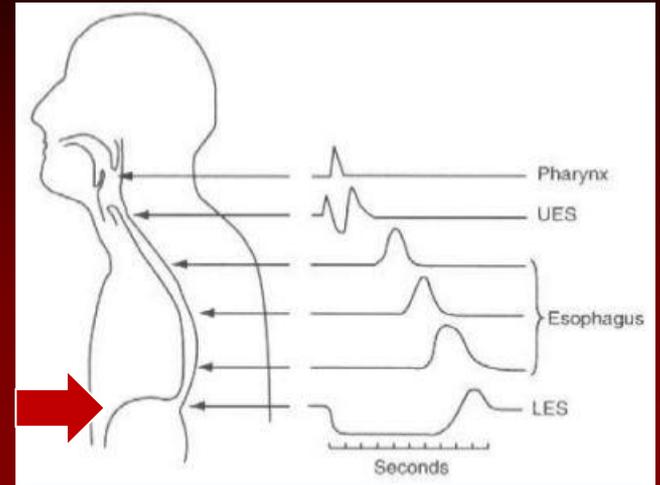
III. **Intestinal:** **secretina** (ductos), que aumenta muito o volume secretado (água e NaHCO_3) e faz com que as **enzimas** deixem os ácidos, sendo “arrastadas” pelo grande volume de H_2O e NaHCO_3



Fisiologia esofágica

- **Secreção apenas de muco**

- **Motilidade peristáltica**

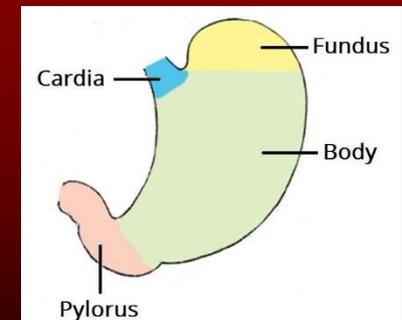
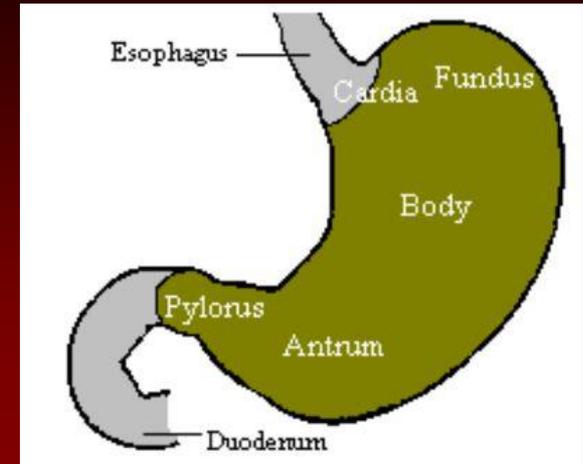


- **Musc. estriada (faringe e terço superior)**

- **Musc. lisa (terço médio e inferior)**

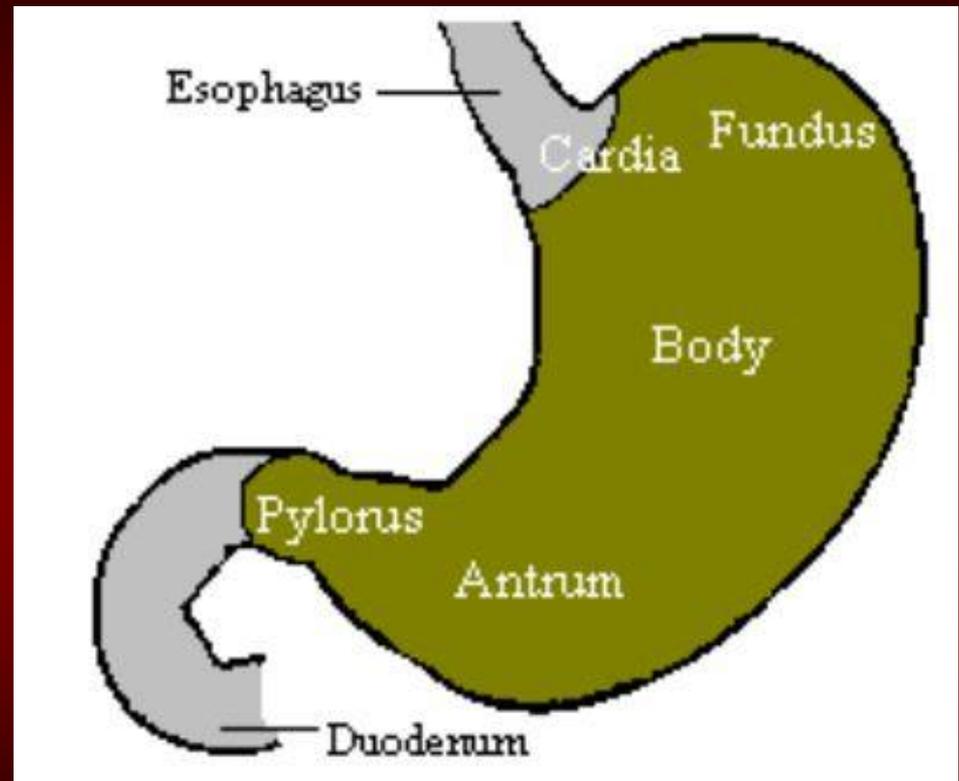
Fisiologia gástrica

- **Secreção exógena**
 - Muco, enzimas e ácido
- **Secreção endócrina**
 - CCK, gastrina etc.
- **Motilidade rítmica**
- **Armazenamento de até 1,5 litro**



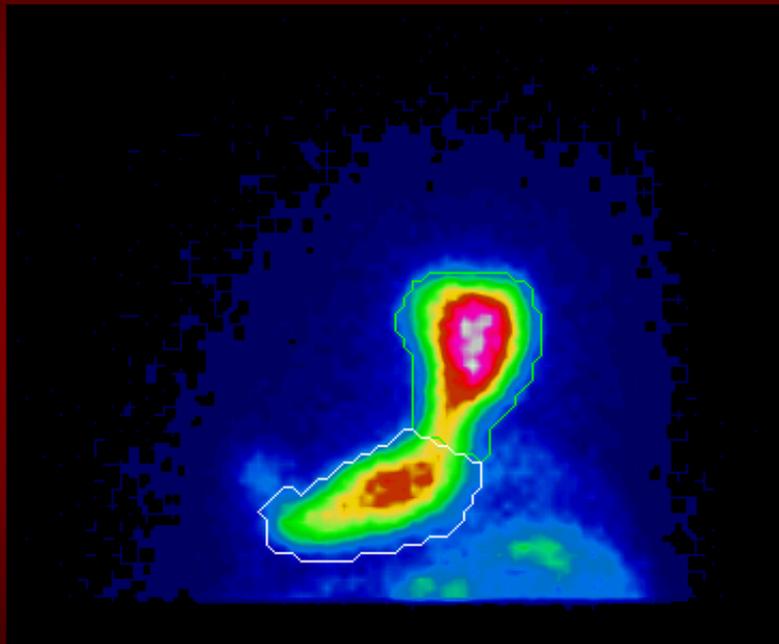
Onde ficam os alimentos ingeridos recentemente?

- Ondas tônicas
 - 1 por minuto
- Ondas fásicas
 - 3 por minuto
- Esvaziamento
 - Até 11 mm
 - Ondas de varredura

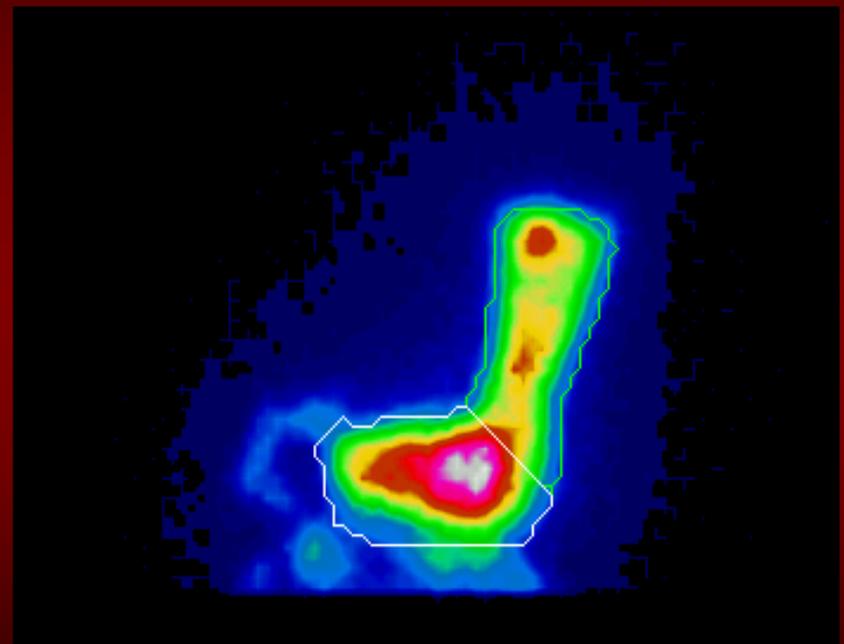


Onde ficam os alimentos ingeridos recentemente?

Normal



Dispepsia



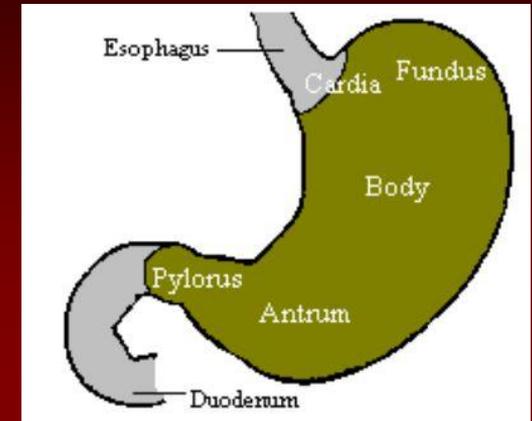
Fisiologia gástrica

- **Secreção oxíntica (corpo/fundo)**
 - HCl, fator intrínseco e pepsinogênio

- **Secreção pilórica**

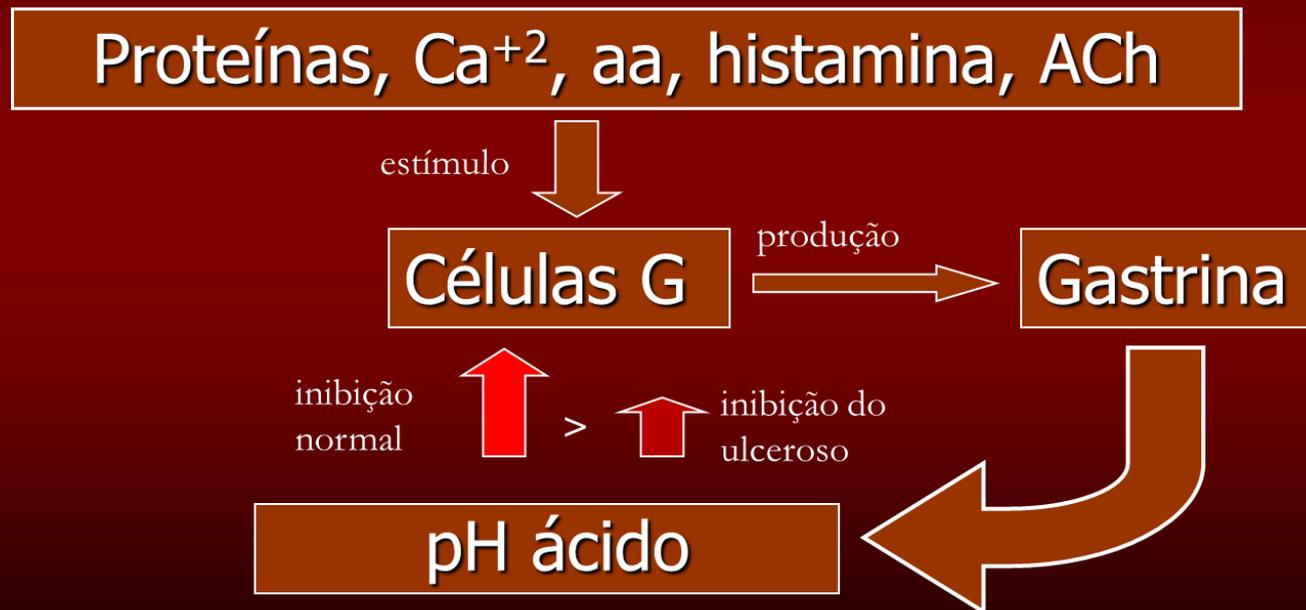
- Muco, pepsinogênio e **gastrina**

- **Fases cefálica ($\pm 20\%$ do total), gástrica ($\pm 70\%$ do total) e intestinal ($\pm 10\%$ do total)**



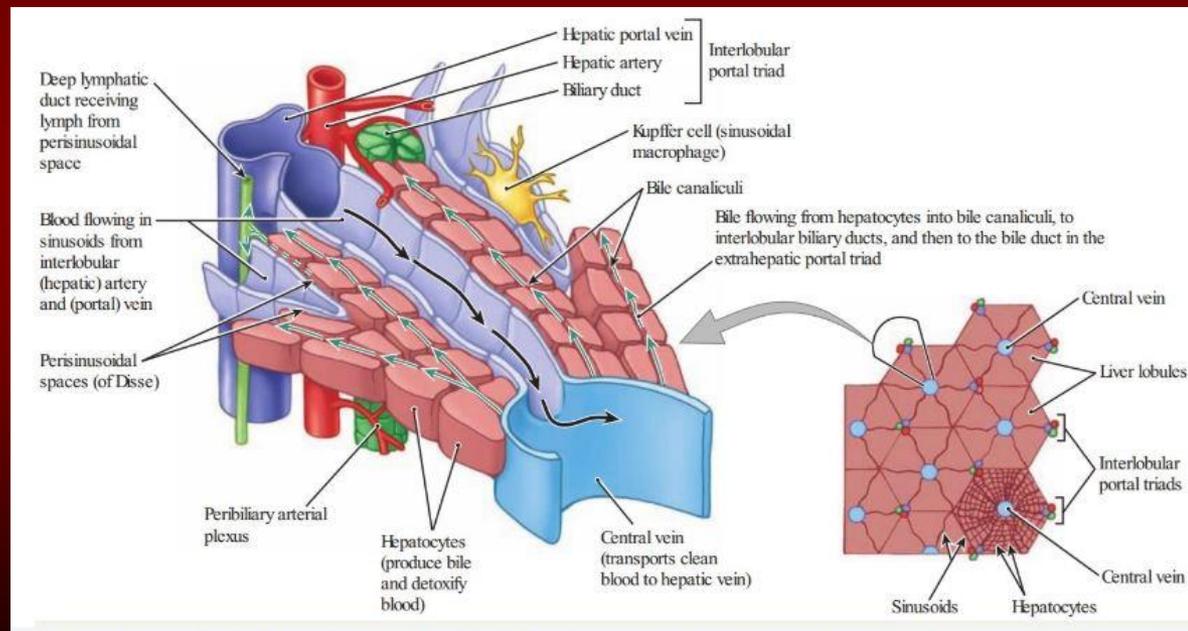
Fisiologia gástrica

- **Secreção endócrina participa da exógena**
 - **Gastrina, histamina, somatostatina e ácido**



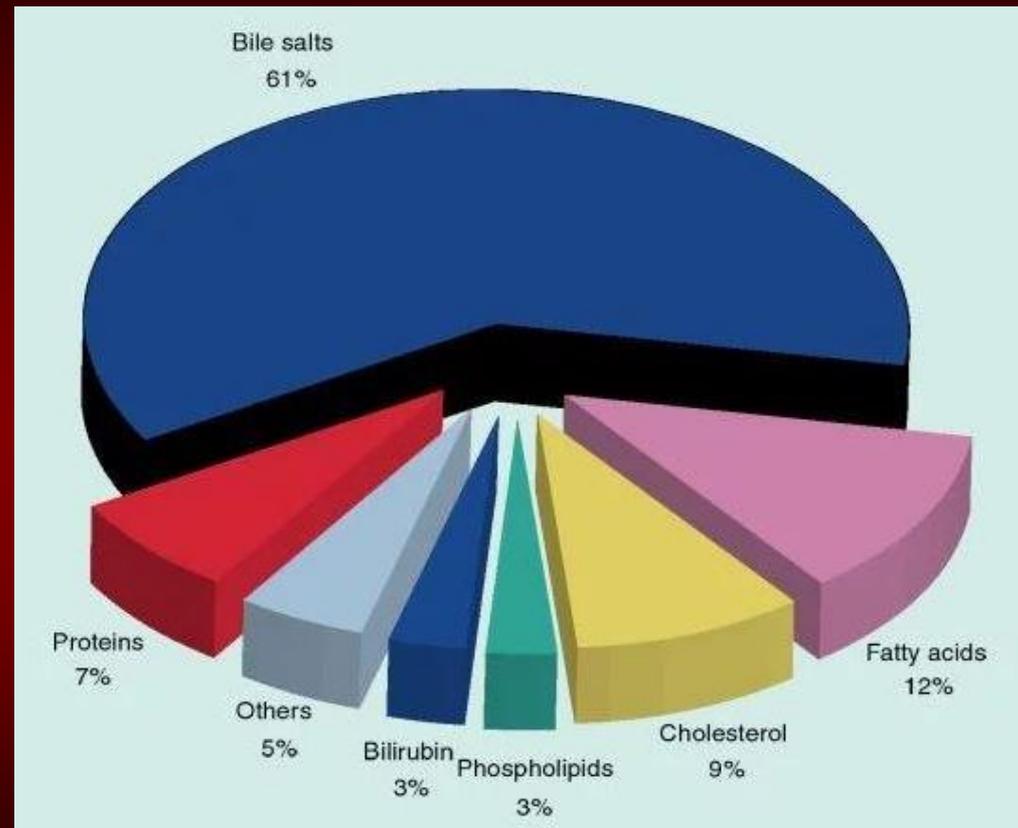
Fisiologia biliar

- **Secreção por hepatócitos, que formam os canalículos biliares**
- **Dutos biliares: para a vesícula ou duodeno**



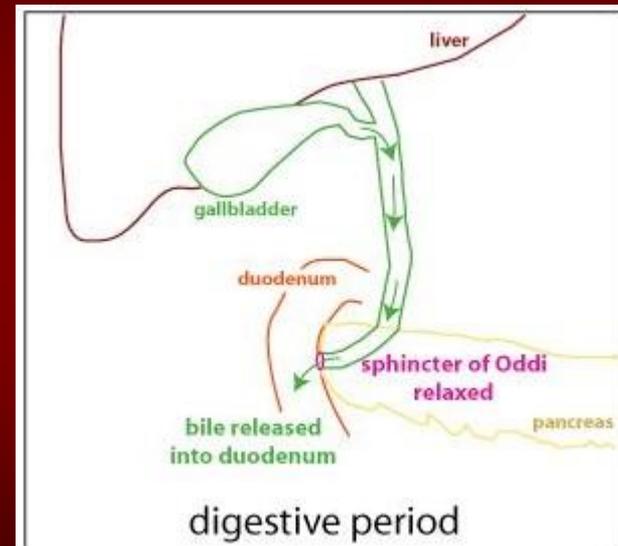
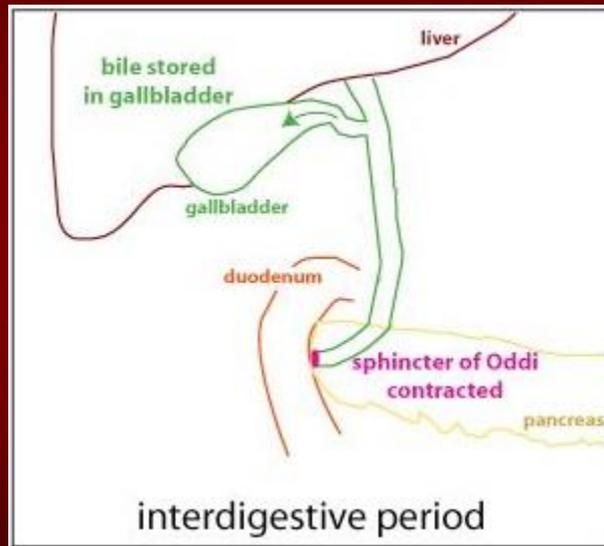
Fisiologia biliar

- **Bile: sais biliares, colesterol e outros compostos**
- **Circulação de sais biliares: entero-hepática**
- **Emulsifica gordura: forma micelas para absorção lipídica**



Fisiologia biliar

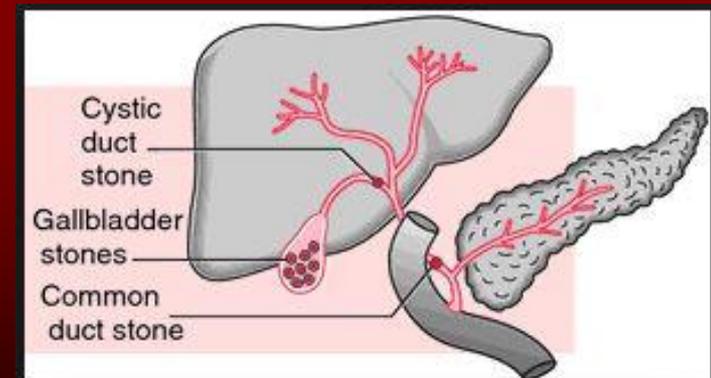
- **Bile vai para a vesícula (30 a 60 ml) ou duodeno de acordo com o estado prandial: papel da CCK**



- **Vesícula concentra de 5 a 20 vezes a bile**

Por que a bile precipita?

- Proporção de **colesterol** na bile varia com a **ingestão de gordura pela dieta**
- Dieta rica em gordura aumenta risco de cálculos
- Outras causas:
 - **Inflamação** (local / sistêmica)
 - **Hemólise** excessiva

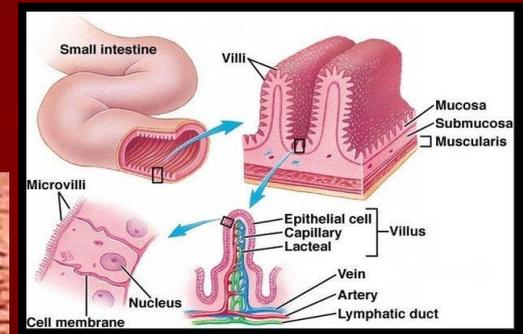
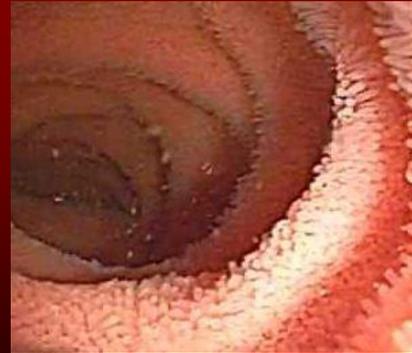


Fisiologia do intestino delgado

- **Intensa secreção de muco alcalino** entre o piloro e a papila duodenal maior (**reduzida pelo SNAS**)
- **Intestino delgado: criptas de Lieberkühn** secretam 1,8 litro / dia (mitoses contínuas – **células epiteliais nas criptas duram 5 dias**)
- **Enzimas: peptidases, 4 sacarases** e pequenas quantidades de lipase

Fisiologia do intestino delgado

- **Secreção de muco (cloreto e NaCO_3) e enzimas**
- **Na borda das vilosidades em escova:**
 - **Várias peptidases, pouca lipase**
 - **4 dissacaridases:**
 - **Sacarase**
 - **Lactase**
 - **Maltase**
 - **Isomaltase**



Fisiologia do intestino delgado

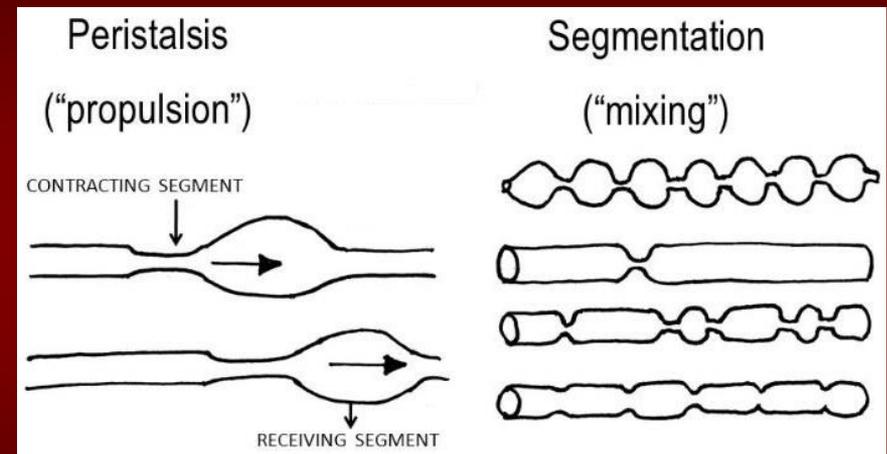
- **Motilidade : 9 a 12 contrações / minuto**

- Ondas segmentares

- Ondas peristálticas

- Esfíncter ileocecal

- íleo terminal e válvula



- **Estímulos: CCK, insulina e 5-HT3**

Absorção intestinal

- **Centenas de gramas de CHO**
- **50 a 100 gramas de aminoácidos**
- **100 gramas de gordura**
- **100 gramas de íons**
- **7 a 8 litros de água (osmose)**

Capacidade
absortiva total é
muito maior,
principalmente
para
carboidratos e
água

- **Osmose pode ser invertida** na presença de material hiperosmótico (poros paracelulares)

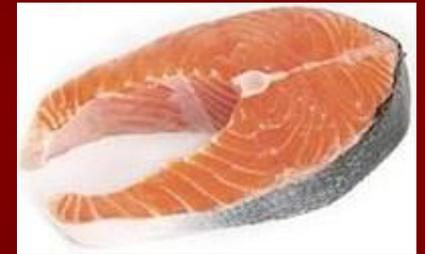
Absorção intestinal

- **Carboidratos (co-transporte de Na⁺)**
- **Principalmente como monossacarídeos**
 - 80% da digestão de amido a **glicose**
 - 20% em **galactose e frutose**
 - Frutose por difusão facilitada
- **Alguns como dissacarídeos**



Absorção intestinal

- **Proteínas** (também usam co-transporte de Na^+)
- Como **aminoácidos, dipeptídeos e tripeptídeos**



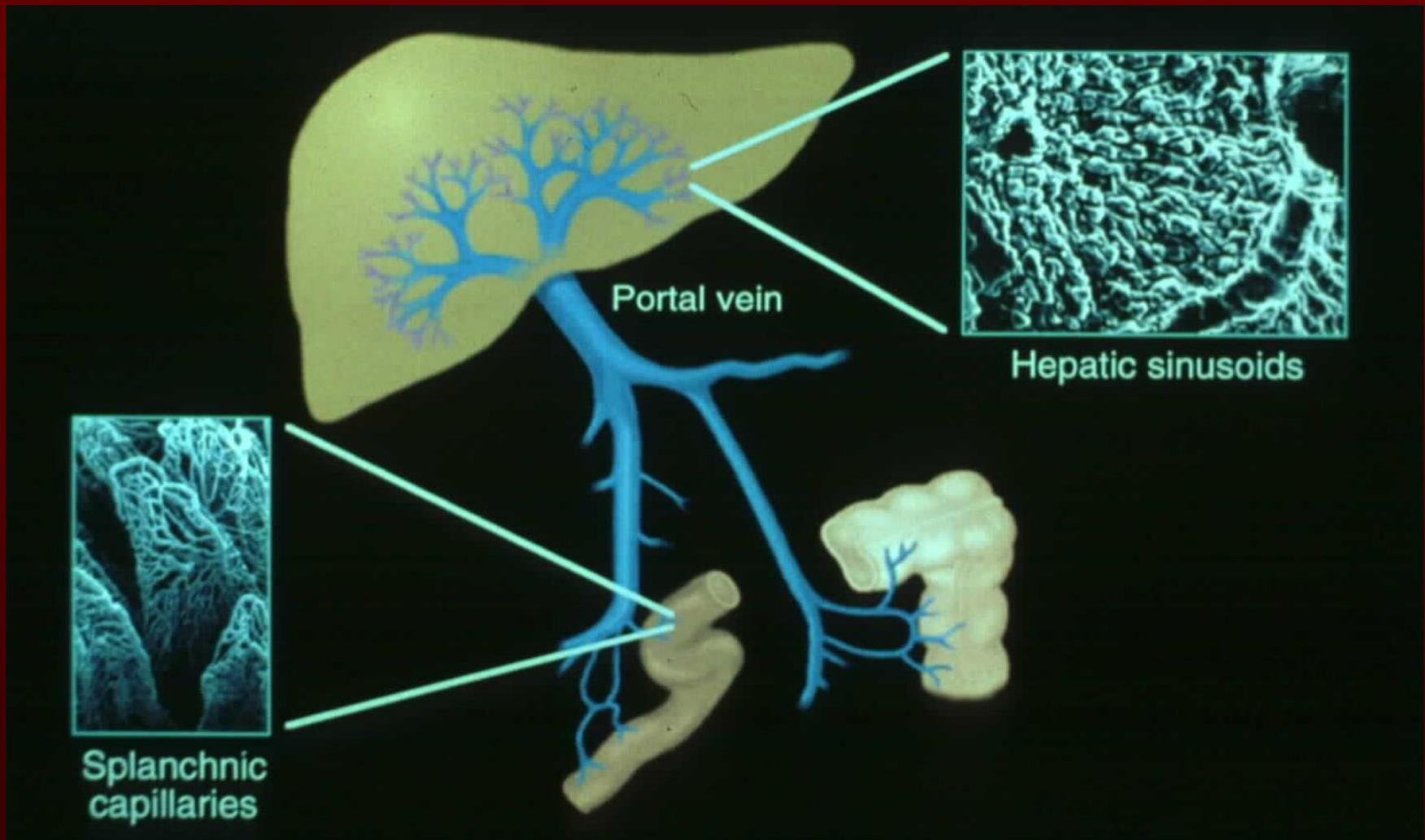
- Pelo menos 5 proteínas transportadoras

Absorção intestinal

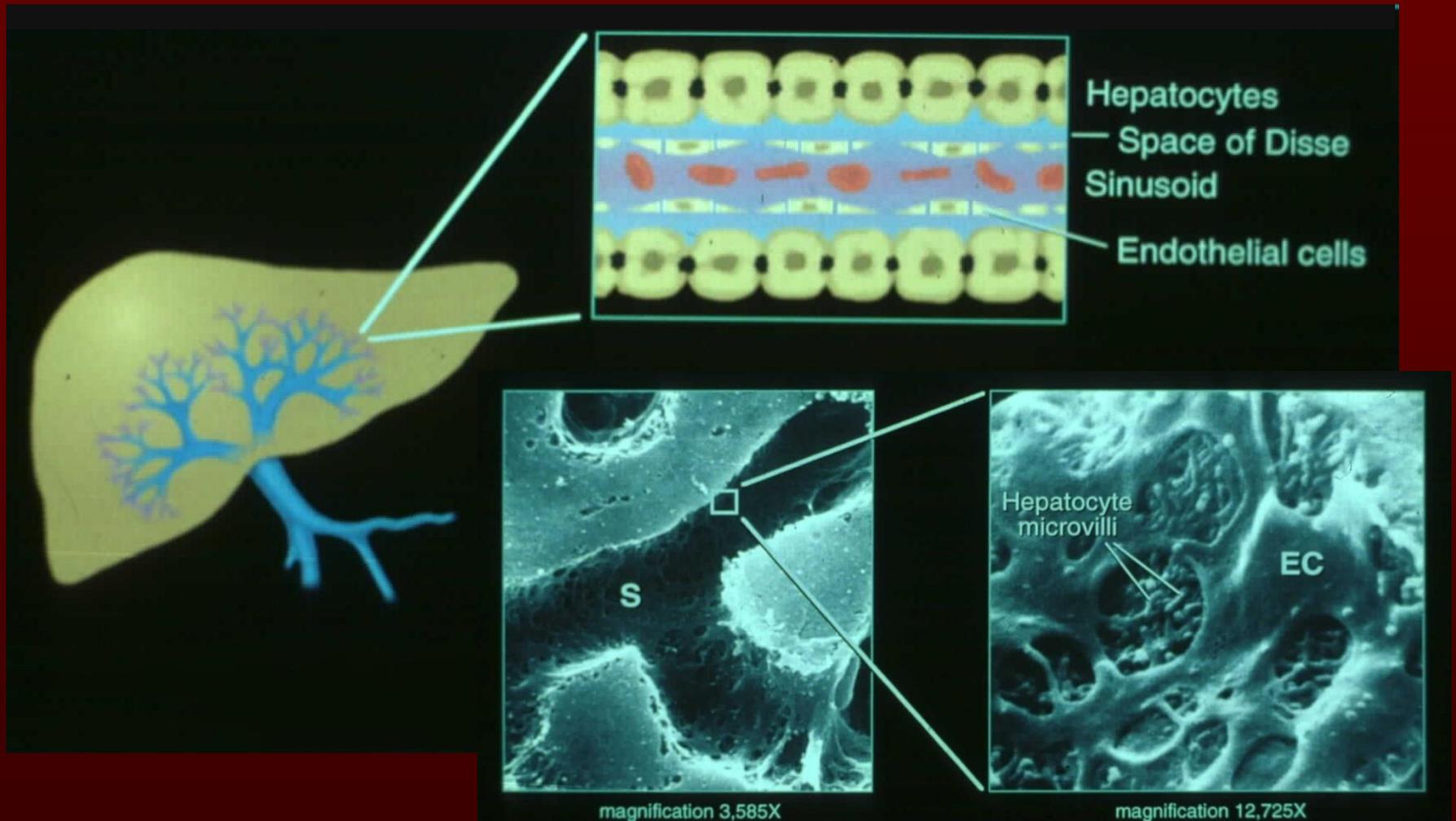
- **Gorduras** (em micelas com sais biliares)
- Como **monoglicerídeos e ácidos graxos livres**
- Difusão imediata pela membrana
- **Com micelas** : 97% são absorvidos
- **Sem elas: metade**
- Retículo Endopl. Liso: triglicerídeos
- Formação de quilomícrons e absorção linfática



Absorção intestinal e hepática

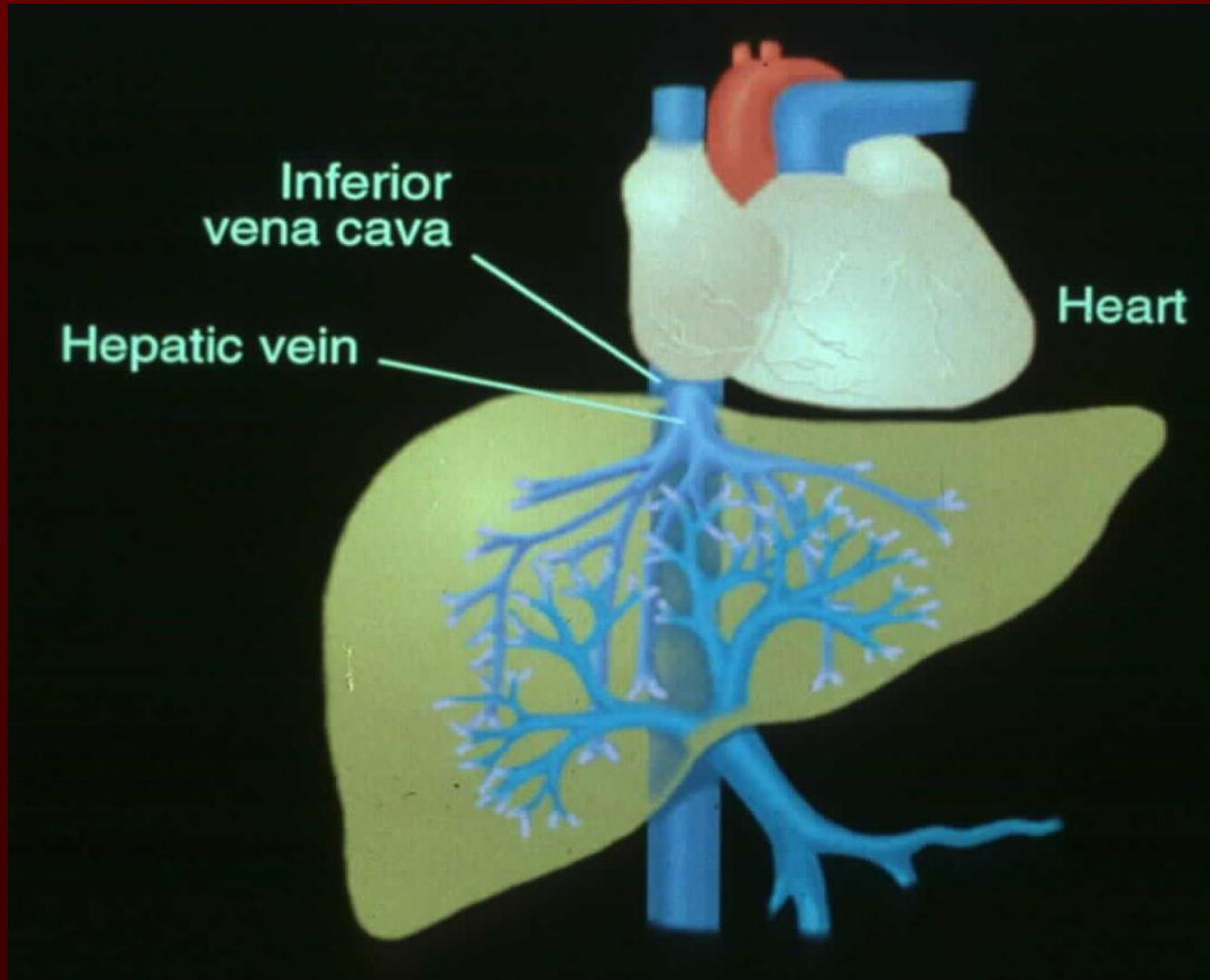


Intercâmbio fígado e sangue



Fenestrae allow direct contact between plasma and hepatocyte surface

Metabolismo hepático

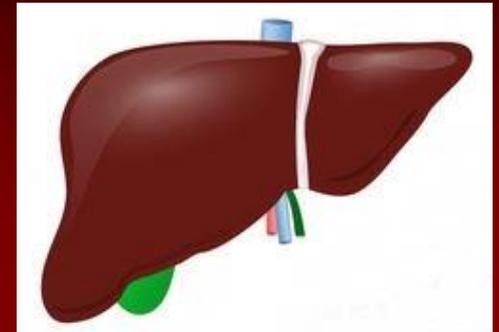


Metabolismo hepático

- **Metabolismo de macronutrientes**

- **1) Carboidratos**

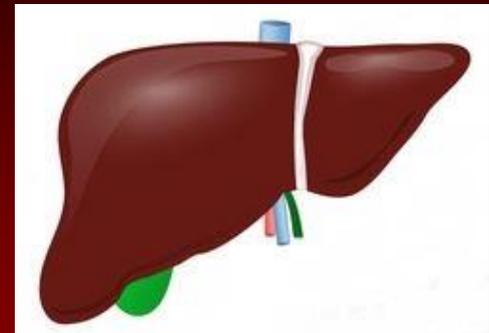
- **Armazenamento de glicogênio**
- **Glicogênese e glicogenólise**
- **Conversão de frutose e galactose em glicose**



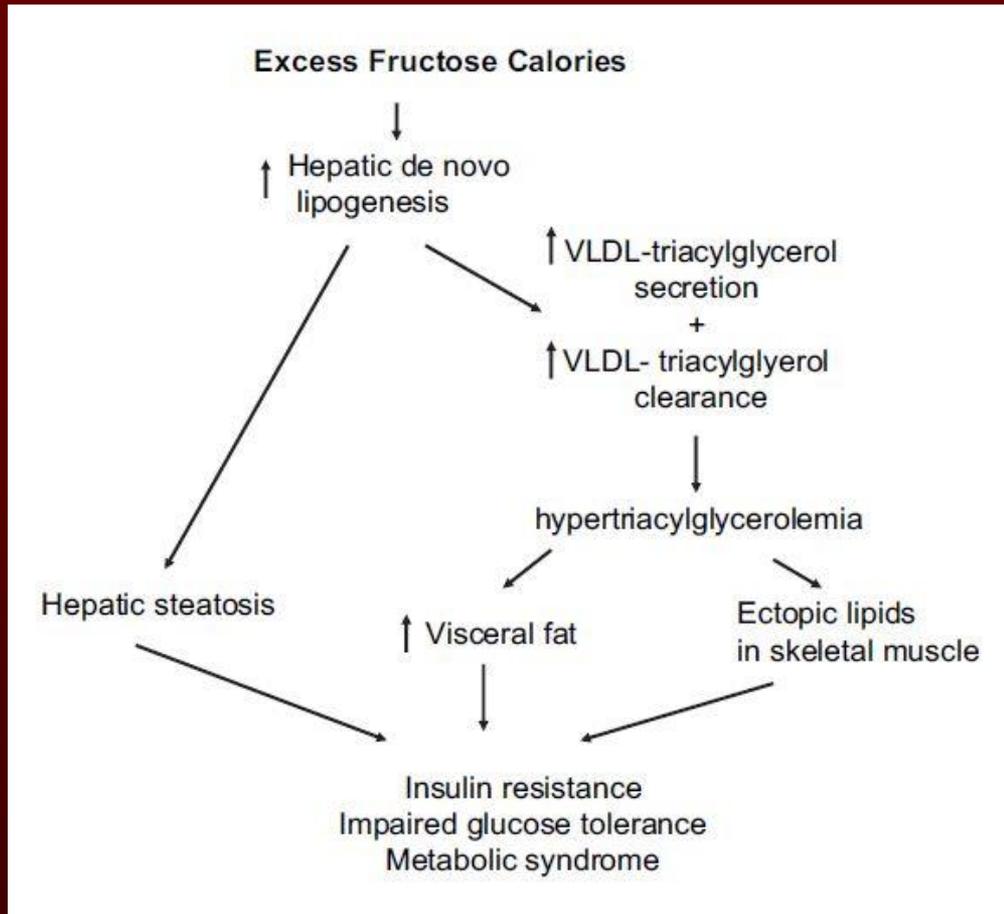
Metabolismo hepático de CHO

● Carboidratos no fígado

- Hepatócitos: ricos em **glicose-fosfatase**
- Recebem fru/gli/galactose – produzem gli
- **Difusão facilitada**: proteínas transmembrana
- Velocidade de entrada é dada pela insulina: anabolismo
- Produção de energia ou de glicogênio



Frutose em excesso: esteatose



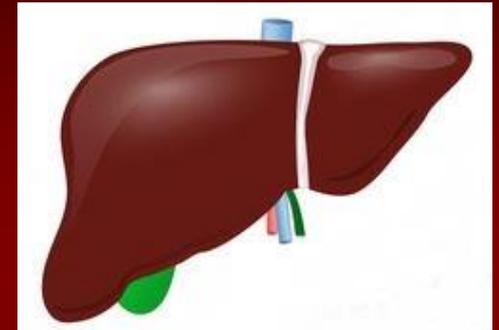
Tappy L, Lê KA, Tran C, Paquot N. Fructose and metabolic diseases: new findings, new questions. *Nutrition*. 2010 Nov-Dec;26(11-12):1044-9.

Metabolismo hepático

- **Metabolismo de macronutrientes**

- **2) Proteínas**

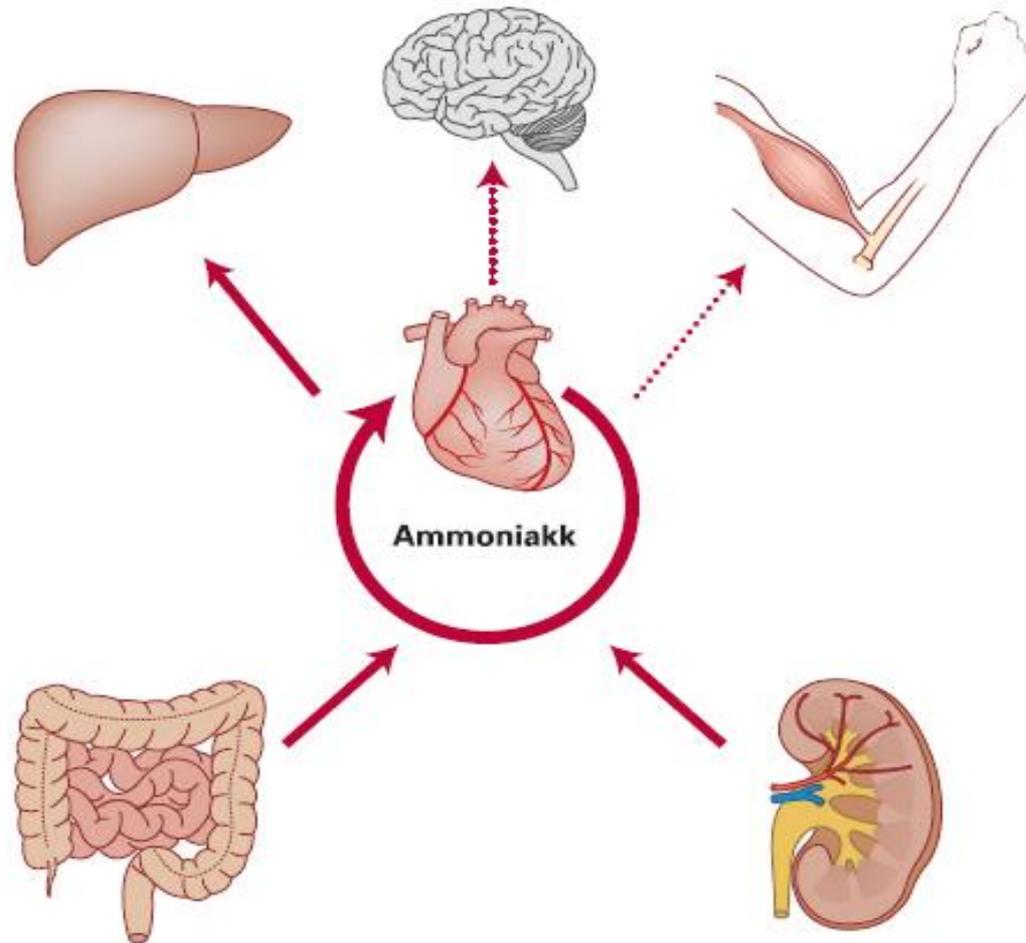
- Desaminação de aminoácidos
- Remoção de NH_3 e formação de ureia
- Formação de 90% das proteínas plasmáticas (exceto γ -glob.)
- Interconversão de aminoácidos / transaminação



Metabolismo da amônia

Menor conversão se há menos parênquima hepático : cirrose, IHF

Maior produção intestinal se há sangue ou muita proteína animal



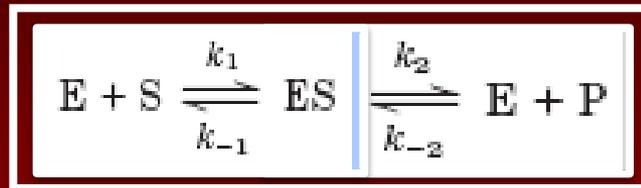
Menor conversão se há menos massa muscular

Maior produção renal se K^+ baixo : diuréticos, diarreia...

Adaptado de Lars Marius Ytrebø - Forstyrrelser i ammoniakmetabolismen ved leversvikt. Tidsskr Nor Lægeforen nr. 11, 2007; 127: 1514-7

Metabolismo hepático de aminoácidos

- A enzima (E) liga-se reversivelmente ao substrato (S) para formar o complexo ES, que se dissocia em enzima livre e produto



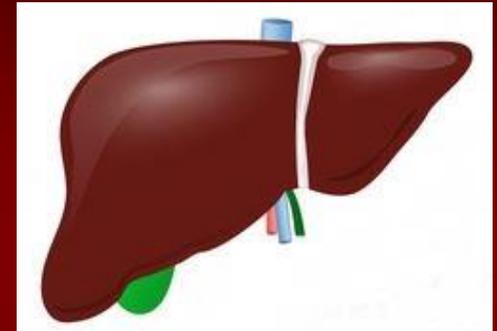
- O limitante da velocidade da reação é a dissociação do ES (k_2)
- No fígado há muito mais substratos (S), por isso a metabolização é intensa (quase total)
- Na circulação sistêmica há muito menos, então a metabolização é lenta e permite que sobrem aa. circulantes que chegarão a outros órgãos e tecidos

Metabolismo hepático

- **Metabolismo de macronutrientes**

- **3) Gorduras**

- Oxidação de ácidos graxos (β -oxidação)
- Formação de lipoproteínas
- Síntese de colesterol e fosfolipídios
- Conversão de carboidratos a proteínas e gordura



Metabolismo hepático de gorduras

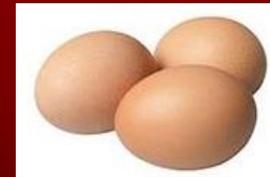
- **No intestino**

- TG digeridos a monoglicerídeos e AG
- Epitélio intestinal: voltam a ser TG
- AG de cadeias longas: via linfática



- **No sangue**

- Quilomícrons (turbamento)



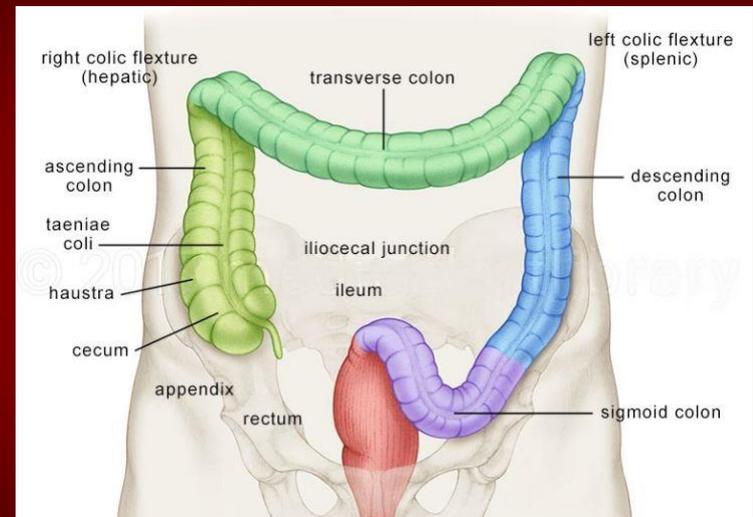
- **No fígado**

- Hidrólise e armazenamento hepático (TG)
- Fígado e tecido adiposo: ricos em lipoproteína-lipase

Fisiologia colônica

- **Motilidade : 3 e 6 contrações / minuto**

- Ondas circulares
- Ondas longitudinais
- Movimentos de massa
 - 1 a 3 vezes ao dia
 - Geralmente após desjejum



- **Absorção: água, eletrólitos e poucos nutrientes**

Fisiologia da defecação

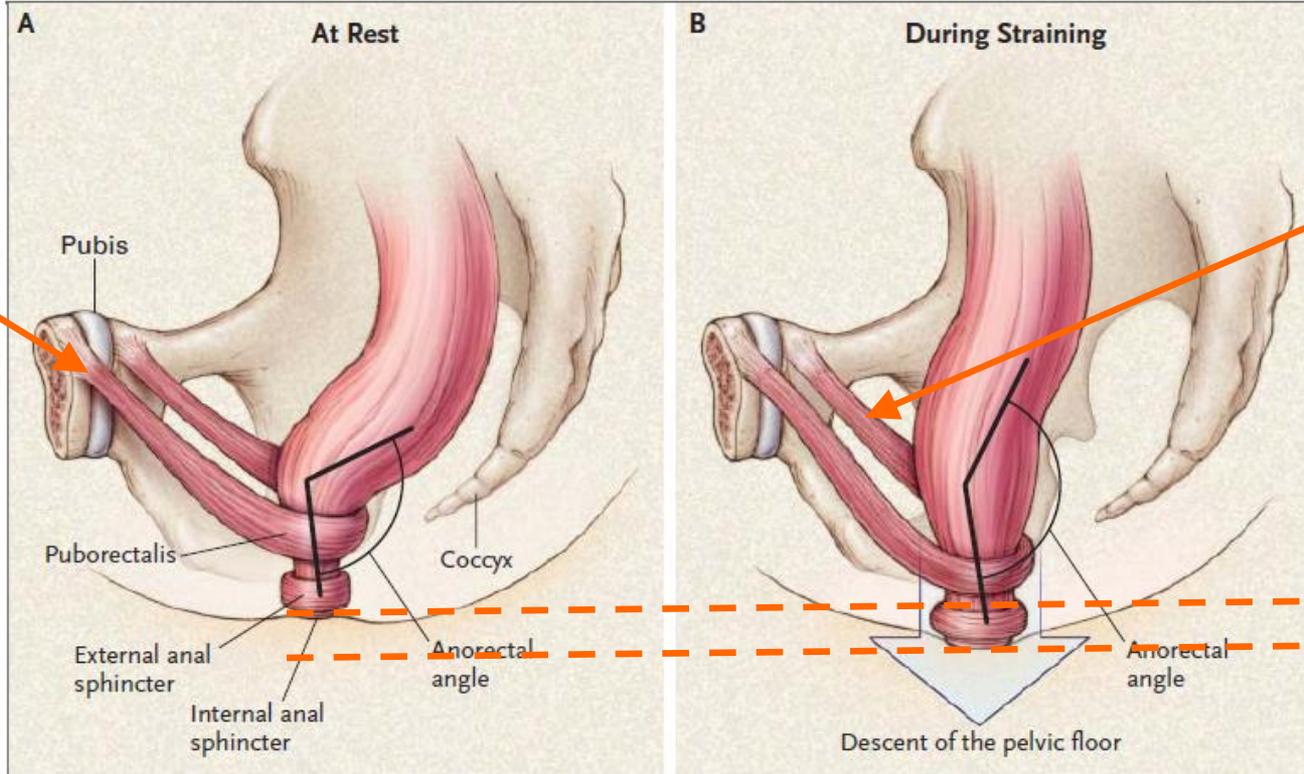


Figure 1. Sagittal View of the Anorectum at Rest (Panel A) and during Straining to Defecate (Panel B).

Continence is maintained by normal rectal sensation and tonic contraction of the internal anal sphincter and the puborectalis muscle, which wraps around the anorectum, maintaining an anorectal angle between 80 and 110 degrees. During defecation, the pelvic-floor muscles (including the puborectalis) relax, allowing the anorectal angle to straighten by at least 15 degrees, and the perineum descends by 1.0 to 3.5 cm. The external anal sphincter also relaxes and reduces pressure on the anal canal.

Músculo Pubo-retal: contraído durante o repouso

Ângulo ano-retal: pouco aberto durante o repouso

Músculo Pubo-retal: relaxado durante a evacuação

Ângulo ano-retal: abertura durante a evacuação

Descenso do assoalho pélvico durante a evacuação

Obrigado

- **Aguardo por vocês no HEB**

