

Administración de medicamentos por vía oral



Tema 6

Índice de contenidos

1. Tracto gastrointestinal
 1. Anatomía
 2. Histología
 3. Fisiología
2. Absorción
 1. Absorción gástrica
 2. Absorción intestinal
 3. Interacciones:
 1. Fármacos-alimentos
 2. Fármaco-fármaco
 4. Efecto del flujo sanguíneo y linfático sobre la absorción
3. Pérdidas de absorción
 1. Pérdidas presistémicas
 2. Glicoproteína P y otras proteínas transportadoras
 3. Efecto de primer paso
4. Ventajas e inconvenientes de la vía oral
5. Métodos de estudio de la absorción oral
6. Formas farmacéuticas de administración oral

Tracto gastrointestinal

- ❖ Anatomía

- ❖ Histología: mucosa del intestino delgado, colon y estómago

- ❖ Fisiología:

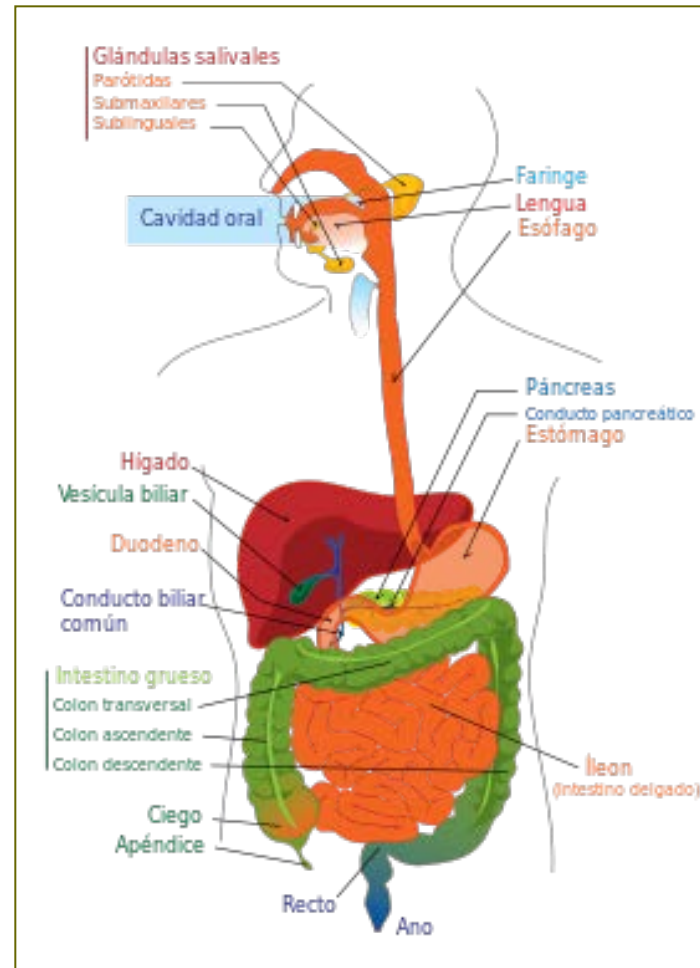
 - Secreciones:

 - ✓ Gástrica
 - ✓ Intestinal

 - Motilidad:

 - ✓ Vaciado gástrico:
 - ☐ Influencia sobre la absorción
 - ☐ Cinética
 - ☐ Factores moduladores
 - ✓ Motilidad del intestino delgado
 - ✓ Motilidad del colon

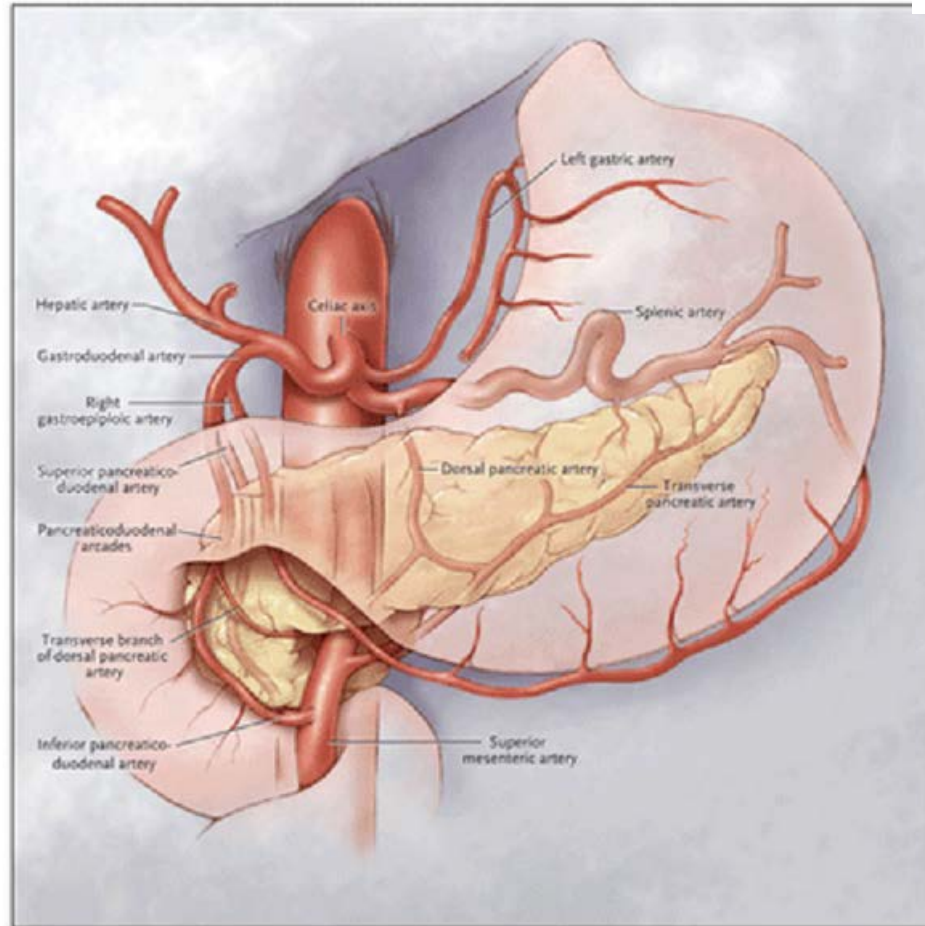
Tracto gastrointestinal



Publicada en Wikimedia Commons con licencia Creative Commons Attribution/Share-Alike
License https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digestive_system_diagram_es.svg

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

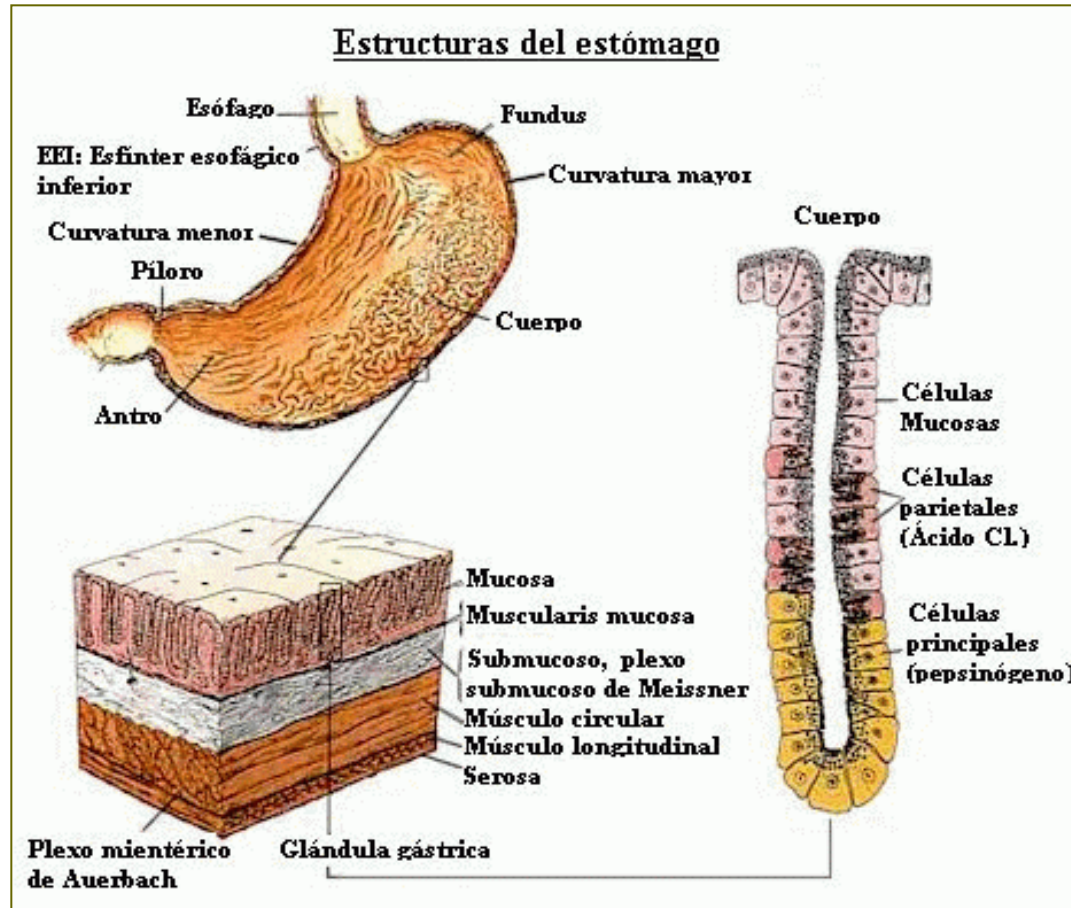
Estómago



Suso Liñares. Publicada en anatomia-vascular.blogspot.com con licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir Igual 3.0 Unported License. <http://3.bp.blogspot.com/-KcF5oWrnsN0/TrFq1JQI-AI/AAAAAAAAAGQ/ovbpzJlgGf0/s320/FIGURA3.png>

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

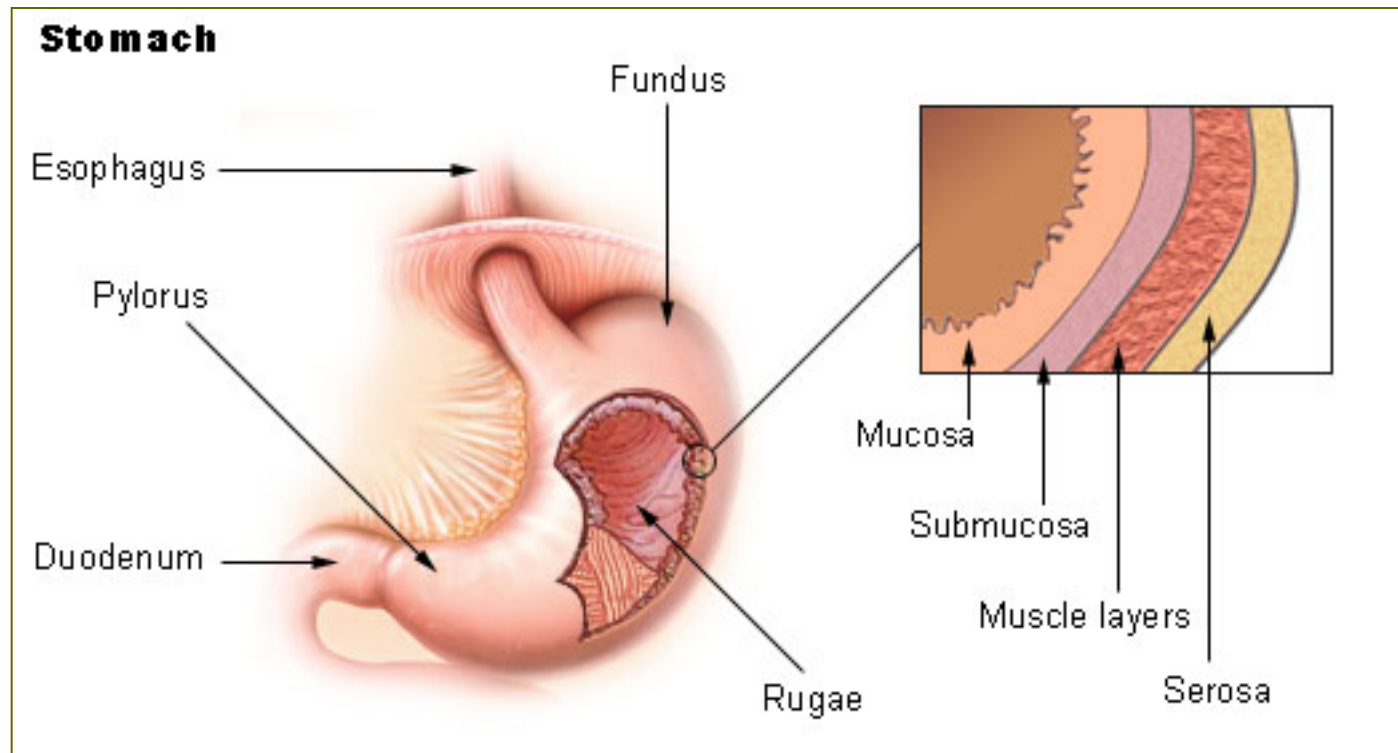
Estómago



Publicada en Wikispaces con licencia Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 License. <http://difusiondeunmedicamento.wikispaces.com/Fundamentos+biol%C3%B3gicos>

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

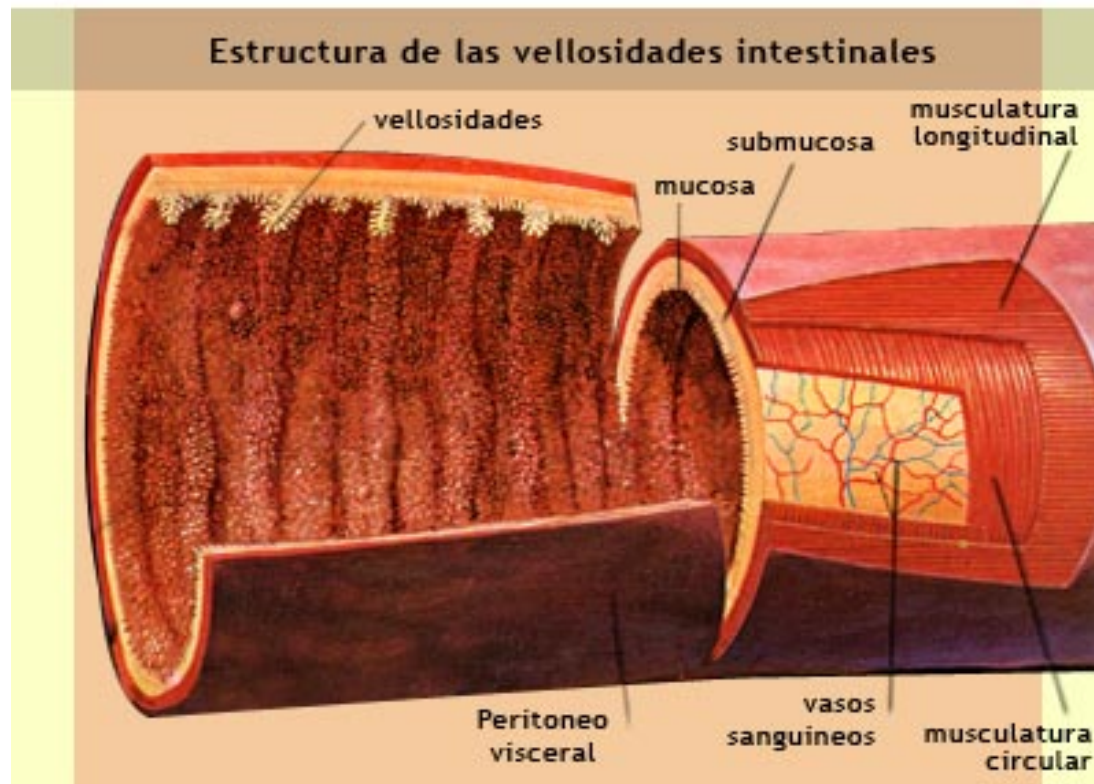
Estómago



Publicada en Wikimedia Commons con licencia Creative Commons Attribution/Share-Alike License.
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illu_stomach2.jpg

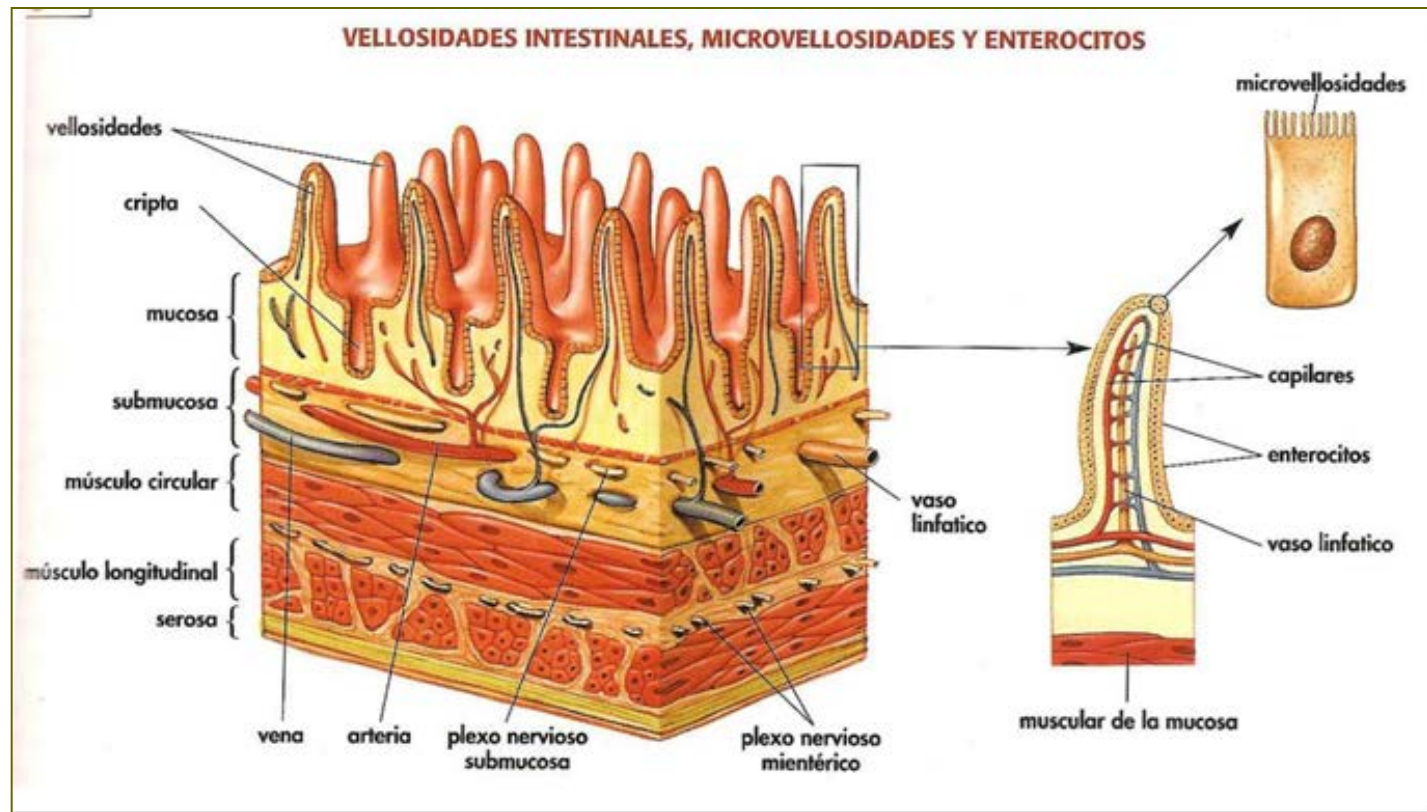
Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

Intestino delgado



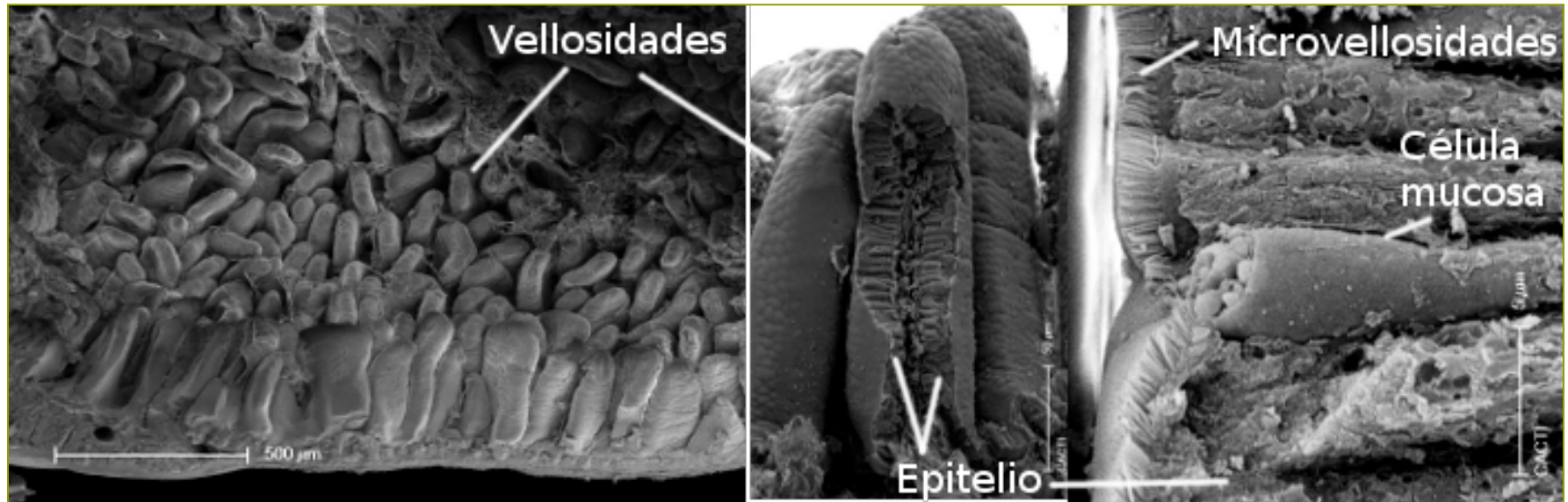
Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

Intestino delgado -



Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

Intestino delgado -



Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. Publicada en Atlas de Histología Vegetal y Animal con licencia Creative Commons
<http://webs.uvigo.es/mmegias/2-organos-a/imagenes-grandes/digestivo-delgado.php?pagina=5>

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

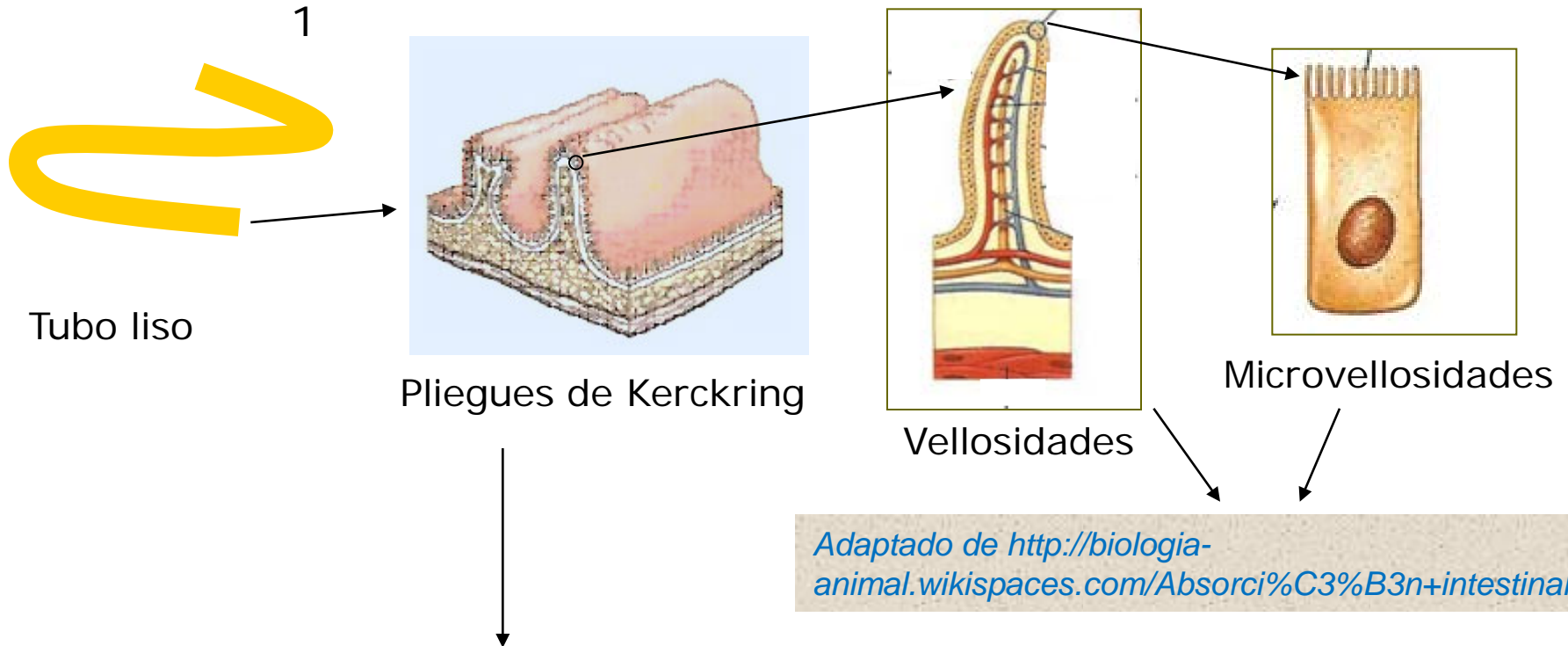
Intestino delgado -

Factor de
amplificación
(respecto al tubo liso)

X 3

X 30

X 1000



Adaptado de <http://biologia-animal.wikispaces.com/Absorci%C3%B3n+intestinal>

Universidad de Cantabria. Publicada con licencia Creative Commons <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-6.-digestion-y-absorcion/tema-6.-digestion-y-absorcion>

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología

Intestino delgado -

Intestino delgado	Superficie (m ²)	Incremento relativo
Tubo liso	0,33	1
Pliegues de Kerckring	1	x 3
Vellosidades	10	x 30
Microvellosidades (borde en cepillo)	300	x 1000

Universidad de Cantabria. Publicada con licencia Creative Commons <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-6.-digestion-y-absorcion/tema-6.-digestion-y-absorcion>

Tracto gastrointestinal: anatomía e histología Intestino grueso –

Pliegues pero no vellosidades

Tracto gastrointestinal

- ❖ Anatomía

- ❖ Histología: mucosa del intestino delgado, colon y estómago

- ❖ Fisiología:

 - Secreciones:

 - ✓ Gástrica

 - ✓ Intestinal

 - Motilidad:

 - ✓ Vaciado gástrico:

 - ☐ Influencia sobre la absorción

 - ☐ Cinética

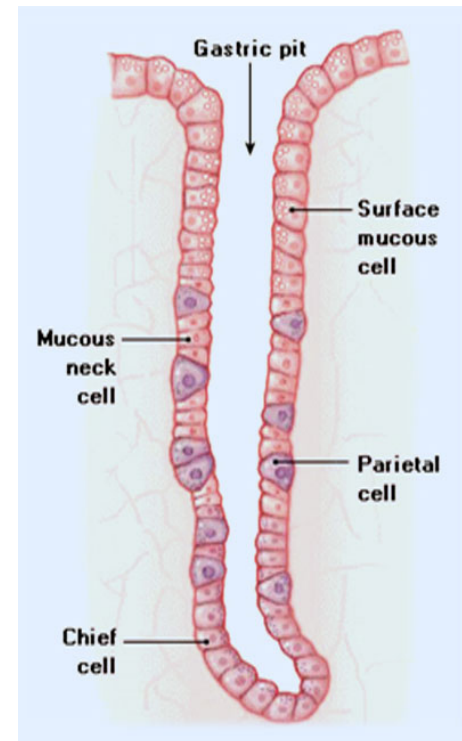
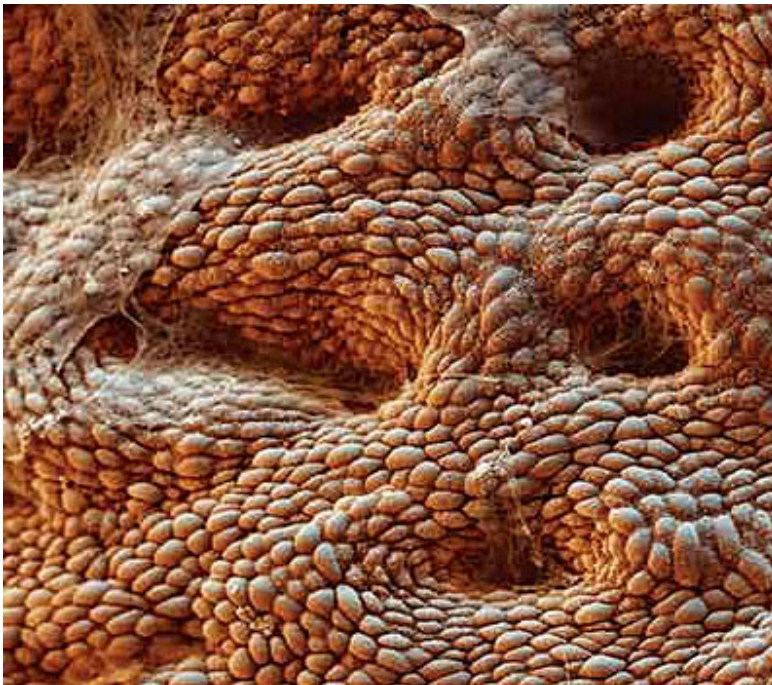
 - ☐ Factores moduladores

 - ✓ Motilidad del intestino delgado

 - ✓ Motilidad del colon

Tracto gastrointestinal: fisiología

Secreción gástrica



Universidad de Cantabria. Publicada con licencia Creative Commons <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-3.-secrecion-salivar-y-gastrica/tema-3.-secrecion-salivar-y-gastrica>

Tracto gastrointestinal: fisiología

Secreción gástrica

Composición

- HCl
- Pepsinógeno
- Mucina
- Gastrina

Características

Ácida:

- pH 1 vacío
- pH 2,5-3,5 con alimentos

Efectos negativos

- Degradación (eritromicina, proteínas)
- Complejos (amonio cuaternario)

Efectos positivos

- Aumento de la absorción (gelatina)

Tracto gastrointestinal: fisiología

Secreción intestinal

Composición

- Jugo entérico (pH 7,5-8)
- Bilis
- Jugo pancreático (pH 8,5-9)

Características

- 1.- Básica:
 - pH 5-6,5 duodeno
 - pH 7,5-8 intestino grueso
- 2.- Presencia de enzimas

Efectos negativos (inactivación)

- Hormonas y polipéptidos
- Otros fármacos (estradiol, fluracepam)

Efectos positivos (favorecen la absorción)

- Digestión de cubiertas
- Emulsificación

Tracto gastrointestinal

❖ Anatomía

❖ Histología: mucosa del intestino delgado, colon y estómago

❖ Fisiología:

➤ Secreciones:

✓ Gástrica

✓ Intestinal

➤ Motilidad:

✓ Vaciado gástrico:

Influencia sobre la absorción

Cinética

Factores moduladores

✓ Motilidad del intestino delgado

✓ Motilidad del colon

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico

CINÉTICA

Primer orden

$$\frac{dv}{dt} = -K \cdot V$$

$$V = V_0 \cdot e^{-K \cdot t}$$

$$\log V = \log V_0 - \frac{K \cdot t}{2,303}$$

Semivida de vaciado gástrico

Tiempo que tarda en reducirse a la mitad el contenido del estómago

$$T_{1/2} = 0,693/K$$

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: influencia sobre la absorción

1. Inestables (cantidad absorbida)
2. Fármacos que se absorben **rápidamente**
 1. Velocidad de absorción
 2. Tiempo de inicio
3. Fármacos que se absorben **lentamente**
 1. Tiempo de inicio

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: influencia sobre la absorción

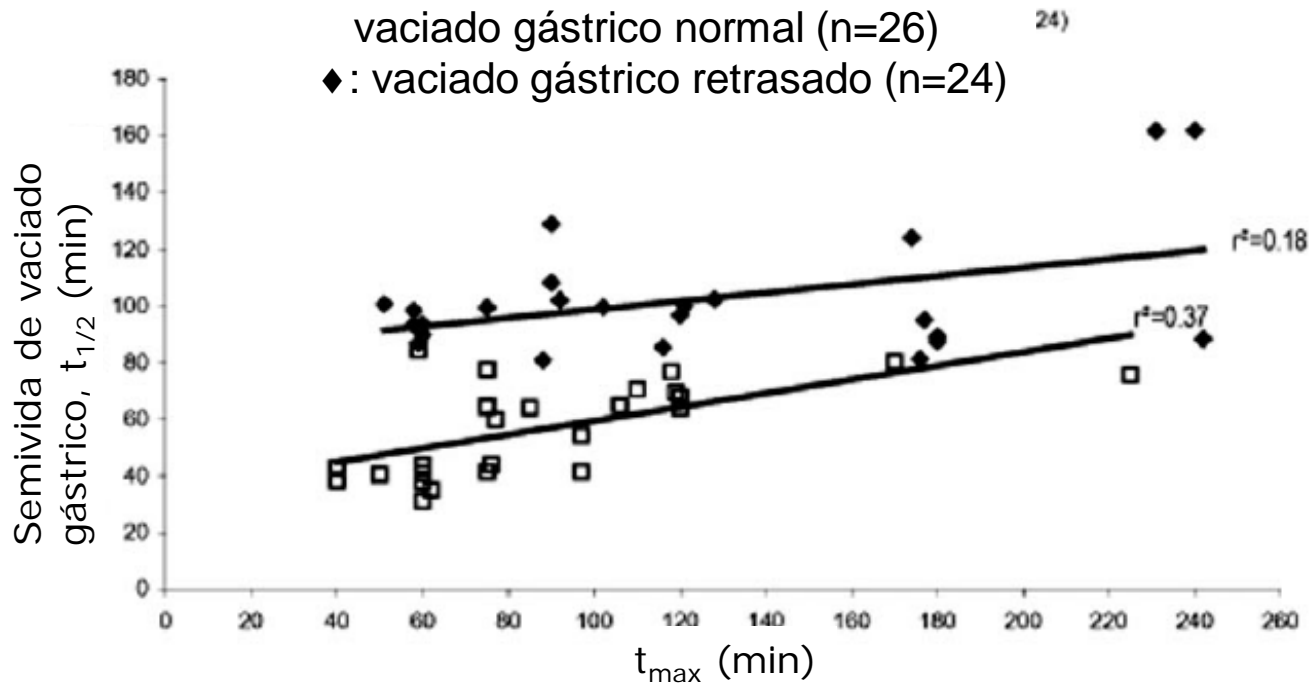
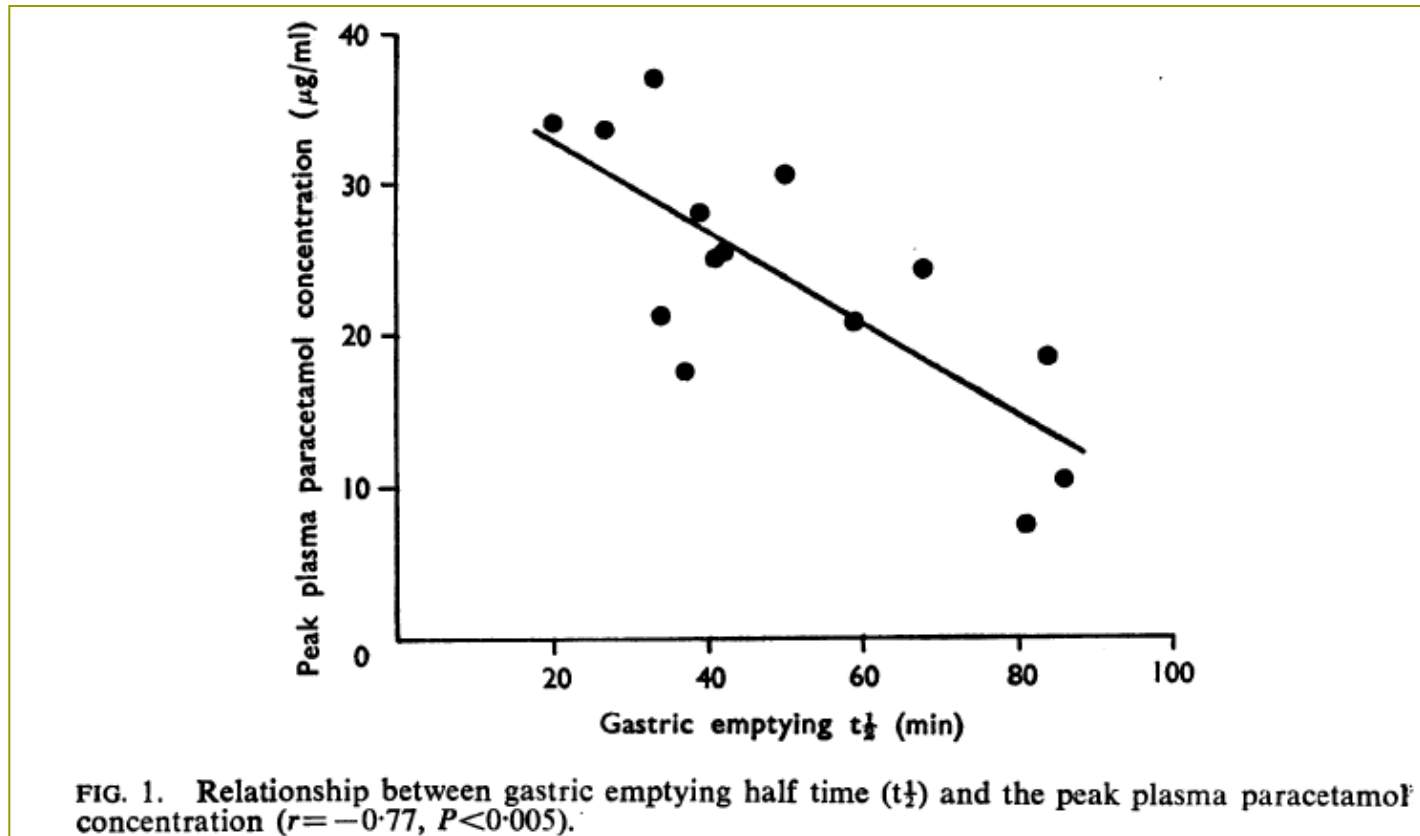


FIG. 1. Gastric half emptying time ($t_{1/2}$) and time to reach maximum tacrolimus concentration (t_{\max}) in recipients with normal gastric emptying (\square , $n = 26$) and patients with delayed gastric emptying (\blacklozenge , $n = 24$). Univariate regression analysis on paired data; the r^2 values for the regressions are, respectively, 0.37 and 0.18 ($p < 0.0001$).

Kuypers DRJ, Claes K, Evenepoel P, Maes B, Vanrenterghem Y.
Drug Metab Dispos 2004;32:1421-1425.

Tracto gastrointestinal: fisiología

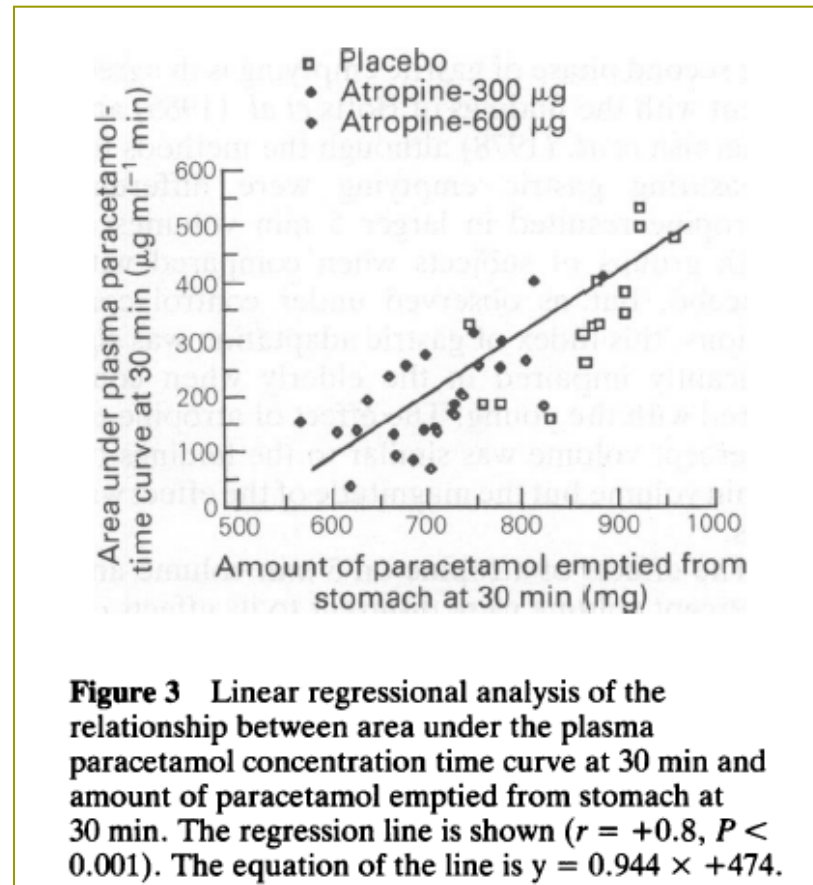
Vaciado gástrico: influencia sobre la absorción



Heading RC, Nimmo J, Prescott LF, Tothill P. *Br J Pharmacol* 1973;47:415-421

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: influencia sobre la absorción



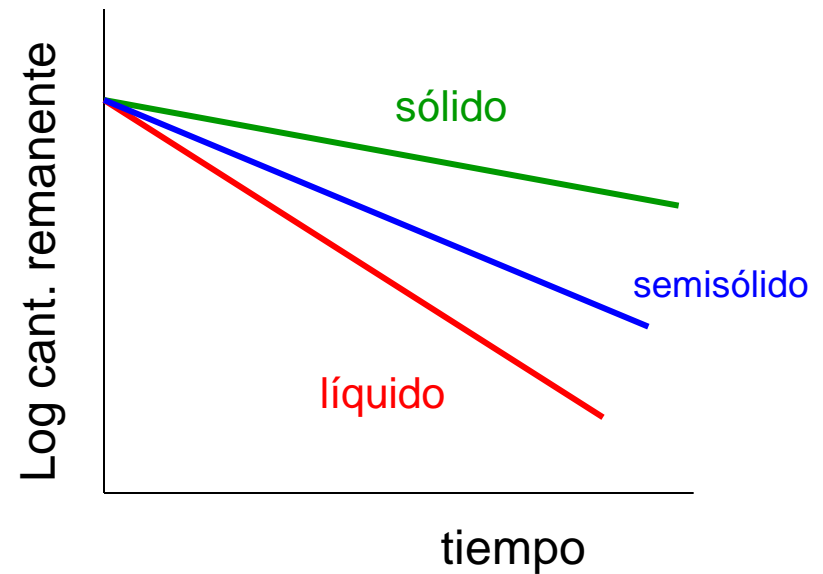
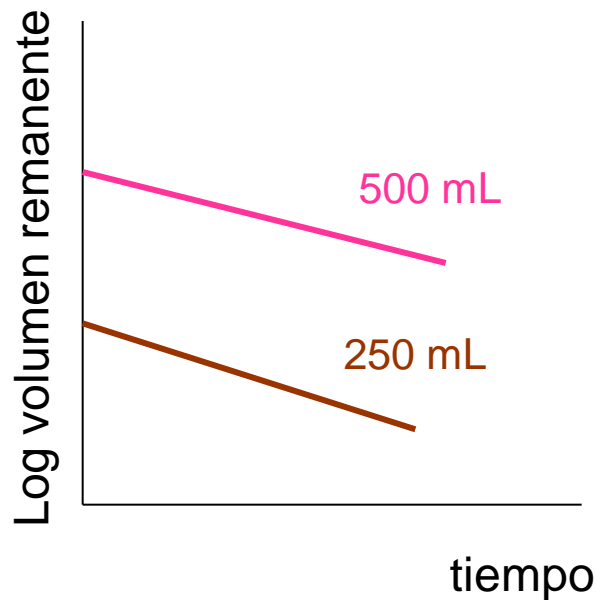
Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: factores moduladores

1. Volumen ingerido: no inferior a 100 mL
2. Consistencia del contenido
3. Factores fisiológicos:
 1. Iones voluminosos (K, Ca, sulfato): retraso
 2. Azúcares (glucosa, sorbitol, manitol): retraso
 3. Iones más pequeños a baja concentración (Na, Cl, bicarbonato): favorece
 4. pH (hipo e hiperclorhidria): retraso
 5. T^a: comidas frías vacían más rápido
 6. Estado físico y psíquico
 7. Postura: retraso
 8. Medicamentos:
 1. Colinérgicos (metoclopramida): aceleran
 2. Anticolinérgicos: (propantelina): retraso

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: efecto del volumen y consistencia del alimento



Influencia del volumen y de la consistencia de los alimentos en el vaciado gástrico

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: efecto de la consistencia del alimento

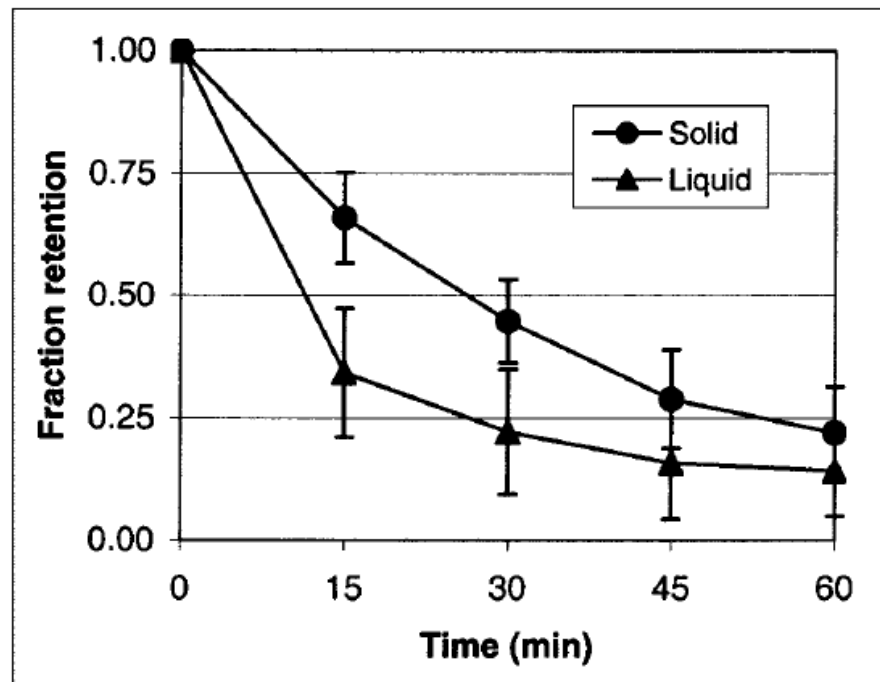
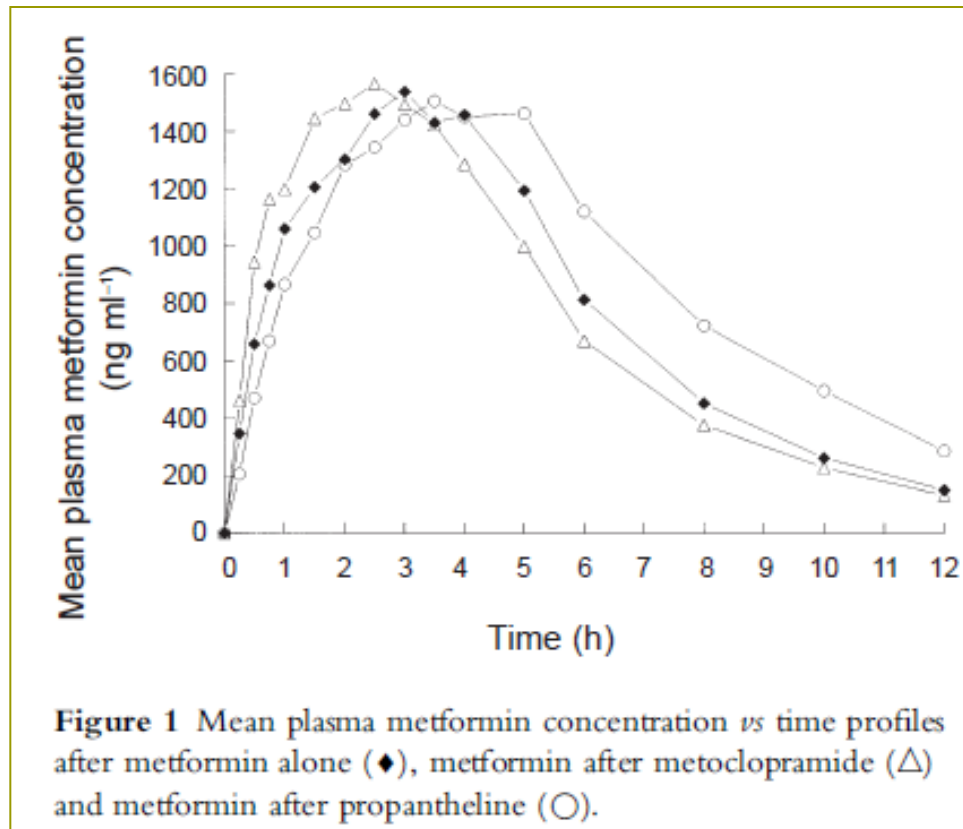


FIGURE 4. Gastric-emptying curves of solid and liquid test meals (mean \pm SD). Solid gastric emptying was significantly slower than liquid emptying ($P < 0.01$).

Bennink RJ, Jonge WJ, Symonds EL, van den Wijngaard RM, Spijkerboer AL, Benninga MA, Boeckxstaens GE. *J Nucl Med* 2003;44:1099-1104

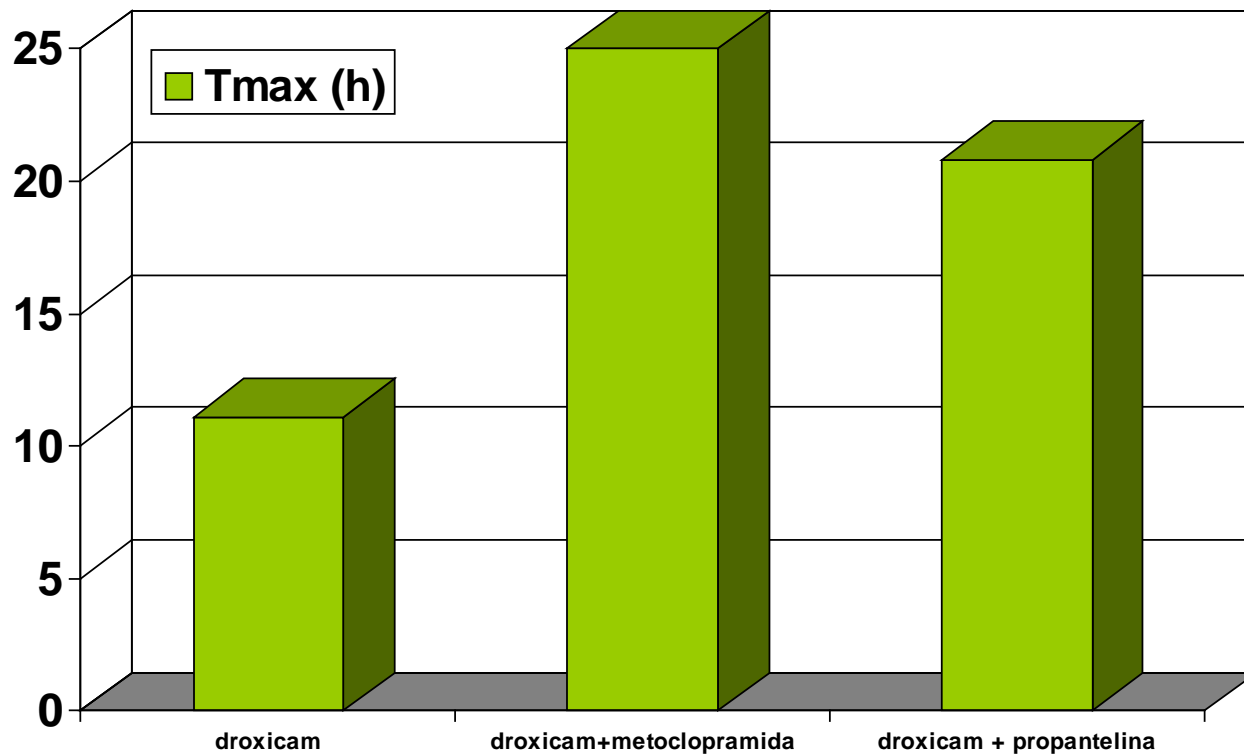
Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: efecto de otros fármacos



Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: efecto de otros fármacos



Adaptado de Sánchez J, Martínez L, García-Barbal J, Roser R, Barlett A, Sagarra R. *J Clin Pharmacol* 1989;29:739-45

Tracto gastrointestinal: fisiología

Vaciado gástrico: métodos de estudio

1. Aspiración: marcador no absorbible
2. Radioisótopo no absorbible
3. Sustancia radioopaca no absorbible (BaSO_4)

Tracto gastrointestinal: fisiología

Motilidad intestinal

INTESTINO DELGADO

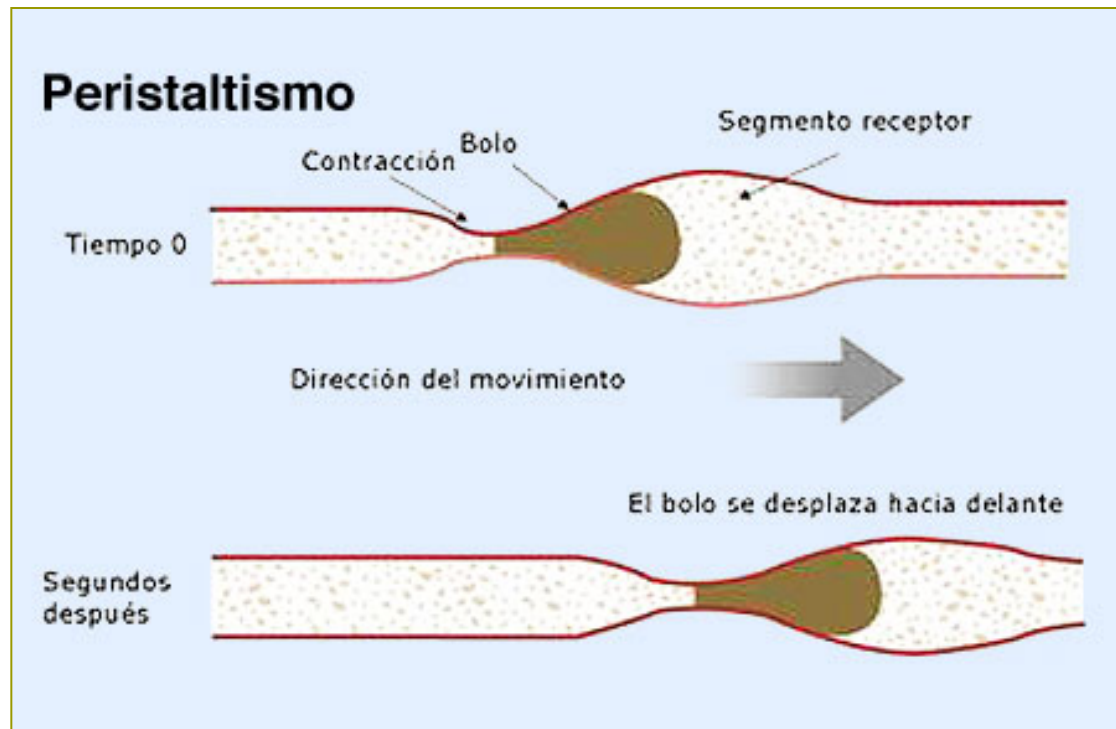
Tiempo de residencia: 3-4 horas

INTESTINO GRUESO

Tiempo de residencia: 24 horas (7-8 h en el colon ascendente)

Tracto gastrointestinal: fisiología

Motilidad intestinal



Universidad de Cantabria. Publicada con licencia Creative Commons http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-2.-motilidad-del-tracto-intestinal/Imagen2.2.jpg/image_view_fullscreen

Tracto gastrointestinal: fisiología

1. PRESENCIA DE ALIMENTOS

	Velocidad de vaciado gástrico	Motilidad intestinal
Sin comida	↑	↓
Con comida	↓	↑

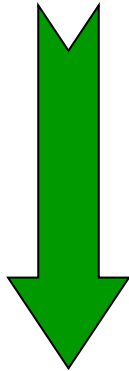
Efecto de los alimentos sobre el vaciado gástrico y el tránsito intestinal

2. CONSISTENCIA DE LOS ALIMENTOS (viscosidad)

Retraso en la disolución y en la difusión

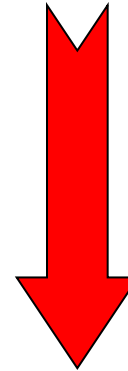
Tracto gastrointestinal: fisiología

VACIADO GASTRICO



VELOCIDAD

MOTILIDAD INTESTINAL



CANTIDAD

Absorción

1. Absorción gástrica:

1. Mecanismos
2. Factores que afectan a la absorción gástrica

2. Absorción intestinal:

1. Mecanismos
2. Factores que afectan a la absorción intestinal

3. Interacciones:

1. Fármacos-alimentos
2. Fármaco-fármaco

4. Efecto del flujo sanguíneo y linfático sobre la absorción

Absorción gástrica

Mecanismos de paso:

1. Difusión pasiva (sust. liposolubles)
2. Transporte paracelular (sust. hidrosolubles)

Absorción gástrica

FACTORES QUE AFECTAN A LA ABSORCIÓN GÁSTRICA

1. Factores físico-químicos:

1. Coeficiente de reparto
2. pKa del fármaco-pH estómago (1,2-1,7 en ayunas; 3-3,5 con comida)

2. Patológicos:

1. Lesiones de la mucosa
2. Hipoclorhidria (ancianos)

3. Fisiológicos:

1. Vaciado gástrico: formas efervescentes, bebidas carbónicas
2. Secreción gástrica:
 1. Derivados más estables: éster de eritromicina
 2. Tampón o neutralizantes: bicarbonato Ca, AlOH → penicilina G
 3. Recubrimiento gastrorresistente:
 1. Sustancias ácidas: goma laca, eudragits L/S
 2. Sustancias grasas: cubiertas ceras

Absorción intestinal

MECANISMOS DE PASO

1. Difusión pasiva (sus. liposolubles): carotenos, vitaminas A, E, D, K
2. Transporte paracelular (sust. hidrosolubles): agua, alcoholes
3. Difusión facilitada: vitamina B₁₂
4. Transporte activo: NaCl, bases púricas y pirimidínicas, levodopa, penicilinas y cefalosporinas orales, dexametasona
5. Endocitosis (macromoléculas, micro y nanopartículas)

Absorción intestinal

FACTORES QUE AFECTAN A LA ABSORCIÓN INTESTINAL

1. Físico-químicos:

1. Coeficiente de reparto
2. pKa-pH (el pH varía entre 5,5-8)
3. PM

2. Patológicos:

1. Lesiones de la mucosa
2. Enfermedades: malabsorción, alteraciones hereditarias

3. Fisiológicos:

1. Vaciado gástrico
2. Motilidad intestinal
3. Secreción intestinal (variación del pH)
4. Microflora bacteriana

Absorción intestinal: interacciones

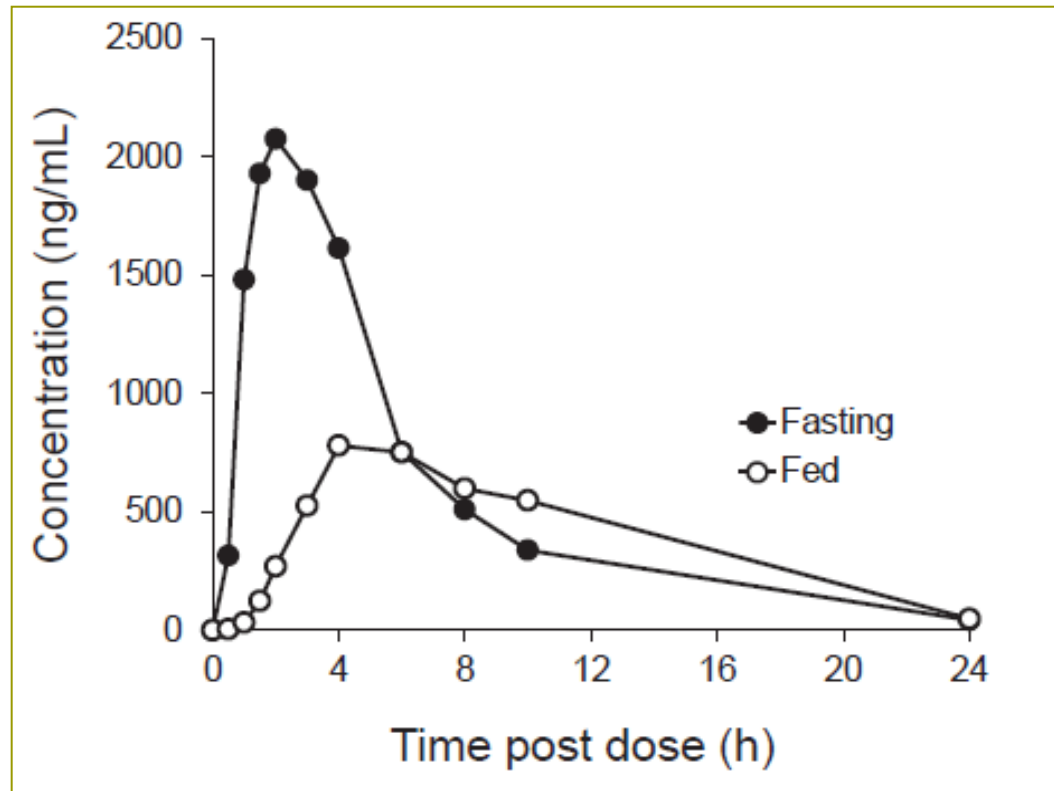
INTERACCIONES FÁRMACOS-ALIMENTOS

1. Disminución de la absorción:
 1. Formación de complejos (tetraciclinas)
 2. Inhibición del transporte activo
2. Aumento de la absorción
 1. Fármacos de baja solubilidad (nitrofurantoína)
 2. Saturación (hidroclorotiazida)

INTERACCIONES FÁRMACO-FÁRMACO

1. Administración conjunta:
 1. Kaolín, pectina, colestiramina
 2. Quinolonas-antiácidos

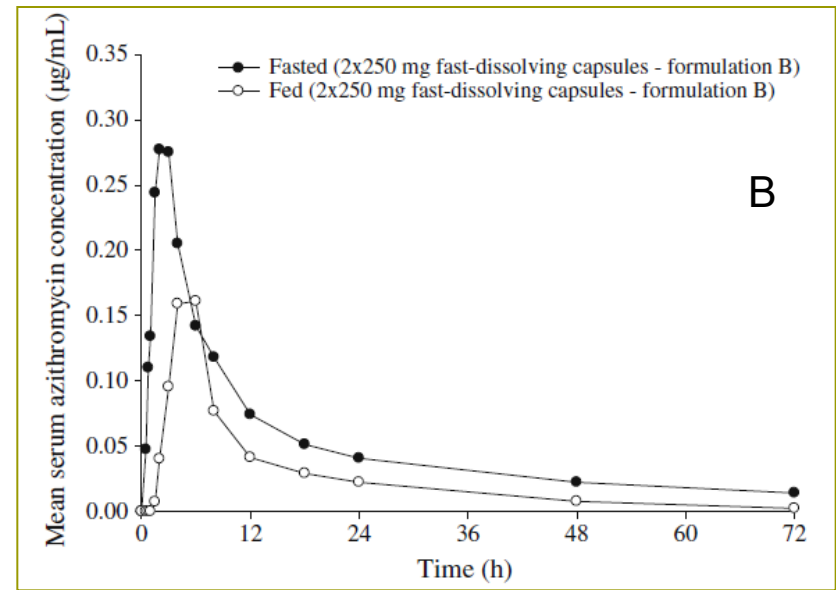
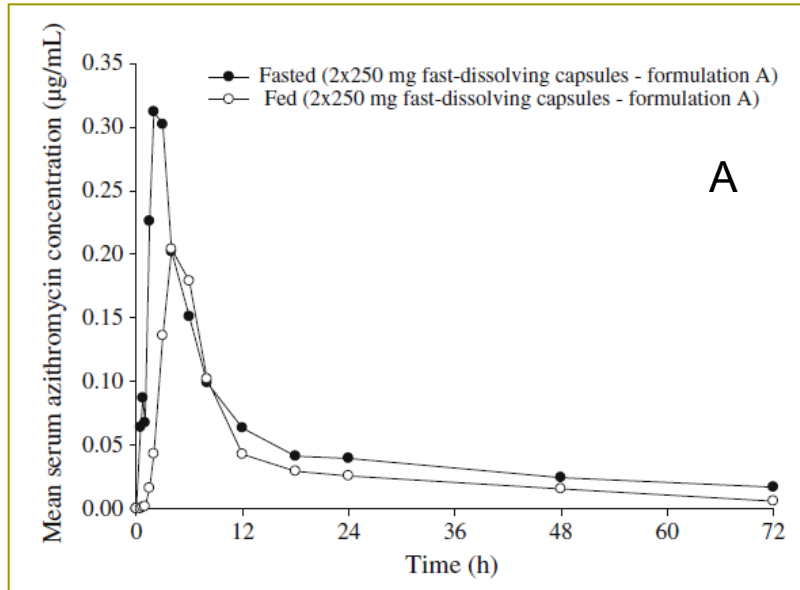
Absorción intestinal: interacción con alimentos



Efecto de los alimentos en los niveles plasmáticos de dabrafenib administrado por vía oral a pacientes con cáncer

Adaptado de Ouellet D, Grossmann KF, Limentani G, Nebot N, Lan K, Knowles L, Gordon MS, Sharma S, Infante JR, Lorusso PM, Pande G, Krachey EC, Blackman SC, Carson SW. J Pharm Sci 2013 (DOI 10.1002/jps.23519)

Absorción intestinal: interacción con alimentos



Niveles plasmáticos de azitromicina en voluntarios sanos tras la administración de 500 mg en cápsulas de gelatina (A) o de hidroxipropilmetilcelulosa (B)

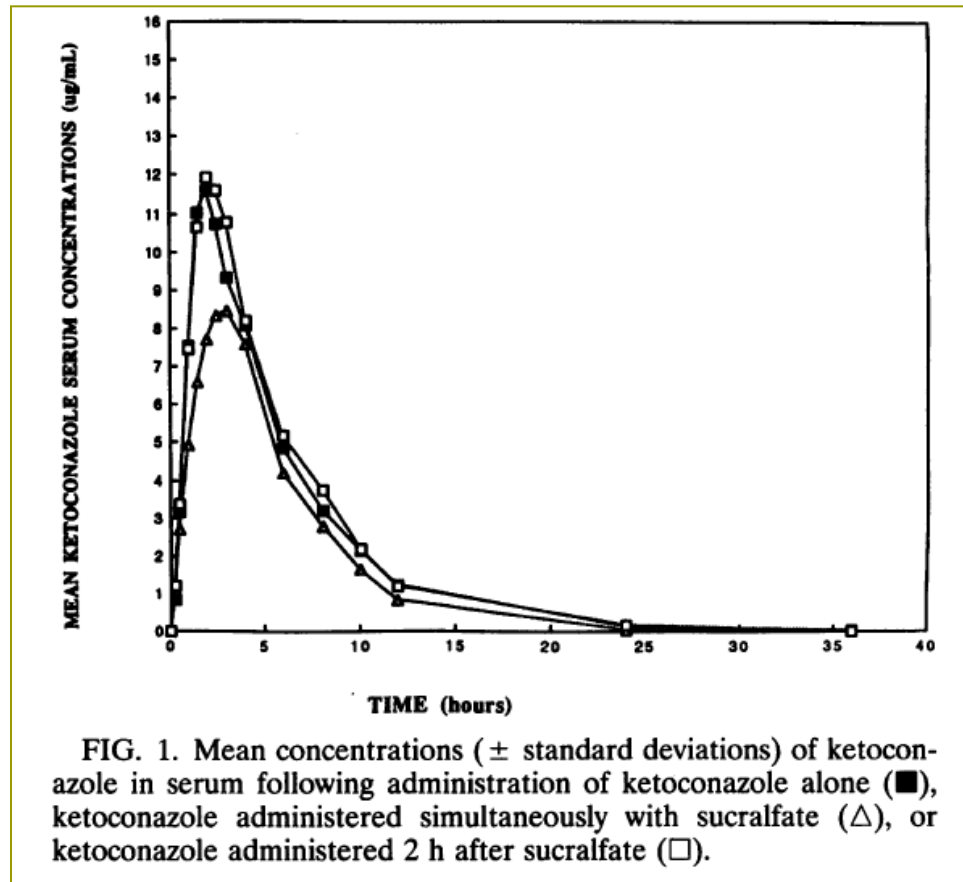


El efecto de los alimentos depende de la formulación

Curatolo W, Liu PL, Johnson BA, Hausberger A, Qan E, Vendola T, Vatsaraj N, Foulds G, Vincent J, Chandra R. *Pharm Res* 2011;28:1531-1539

Absorción intestinal: interacción con alimentos

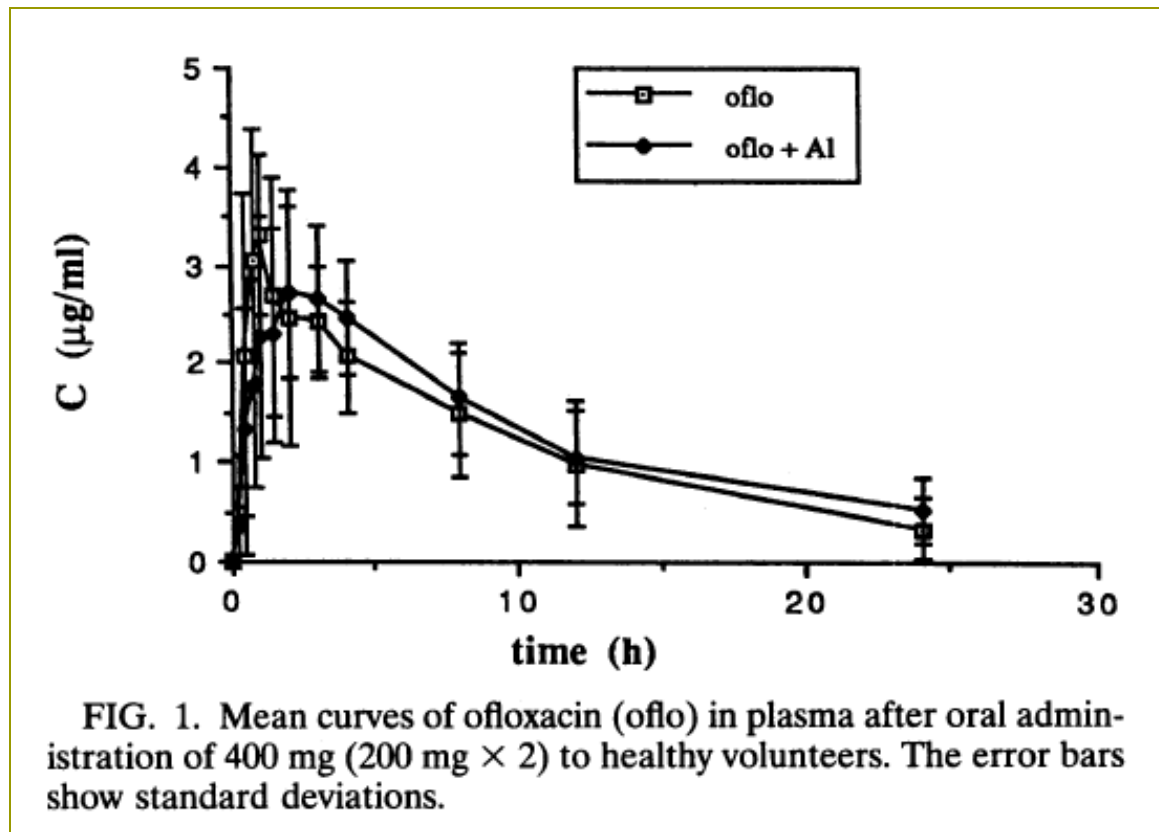
Efecto sobre el pH gastrointestinal



Carver PL, Berri RR, Knapp MJ, Rider JM, Kauffman CA, Bradley SF, Atassi M. *Antimicrob Agents Chemother* 1994;38:326-329.

Absorción intestinal: interacciones fármaco-fármaco

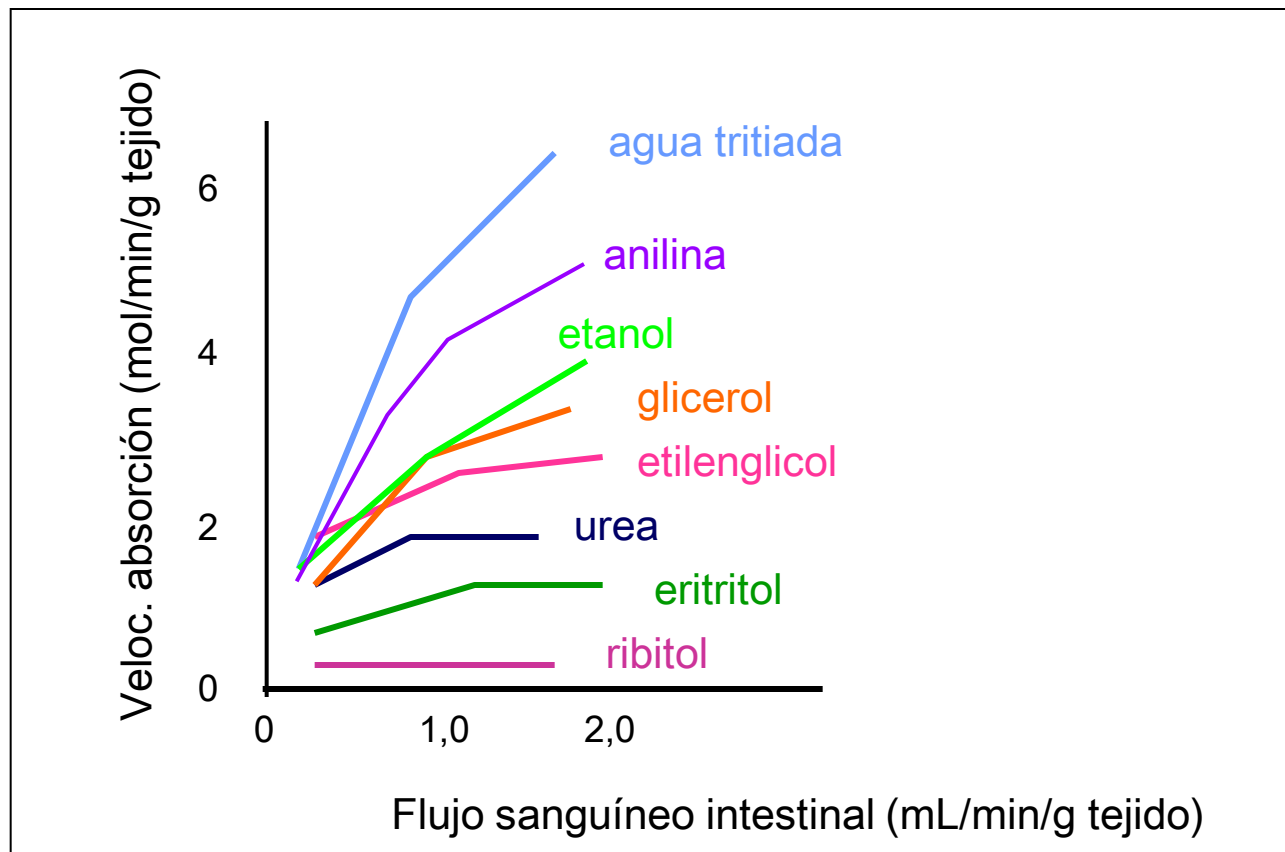
Interacción en el tracto gastrointestinal



Absorción intestinal: efecto del flujo sanguíneo y linfático

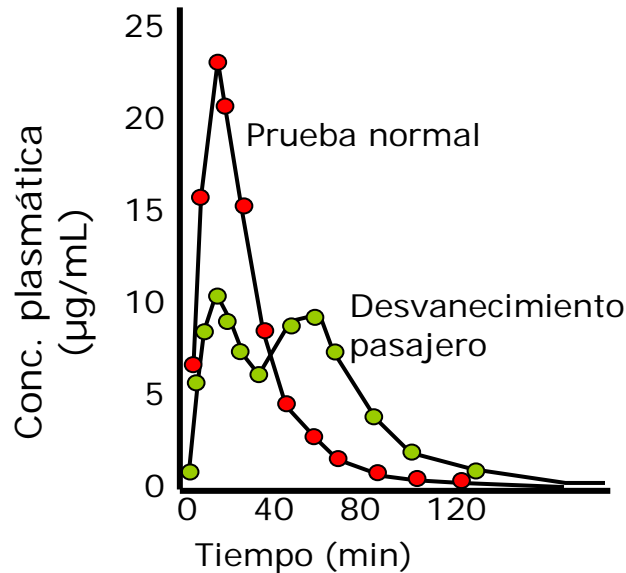
Flujo sanguíneo 600-1000 veces el flujo linfático

Flujo linfático: evita el paso hepático

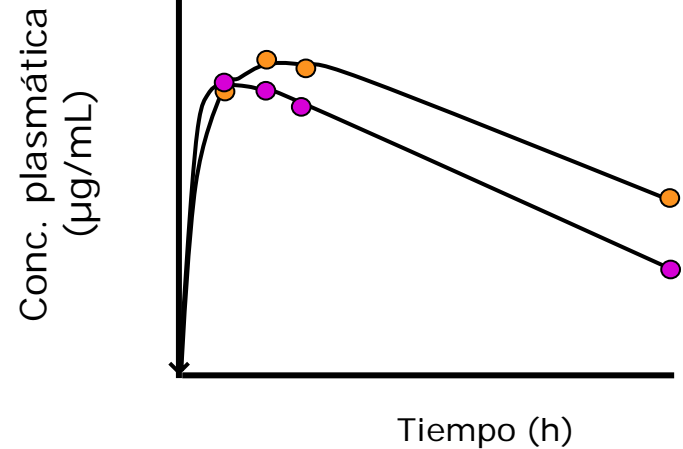


Adaptado de Winne D, Remischousky J. *J Pharma Pharmacol* 1970;22:640

Absorción intestinal: efecto del flujo sanguíneo y linfático



Curva de niveles plasmáticos de ac. acetilsalicílico en un mismo individuo en condiciones normales y después de sufrir un desvanecimiento a los 20 minutos, justo después de una punción para la toma de muestra



Curvas de niveles plasmáticos de quinidina en voluntarios sanos y en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva

Adaptado de Rowland M, Riegelman S, Harris PA, Sholkoff SD. *J Pharm Sci* 1972;61:379-385

Adaptado de Bellet S, Roman LR, Boza A. *Am J Cardiol* 1971;27:370-371

Pérdidas de absorción

1. Pérdidas presistémicas

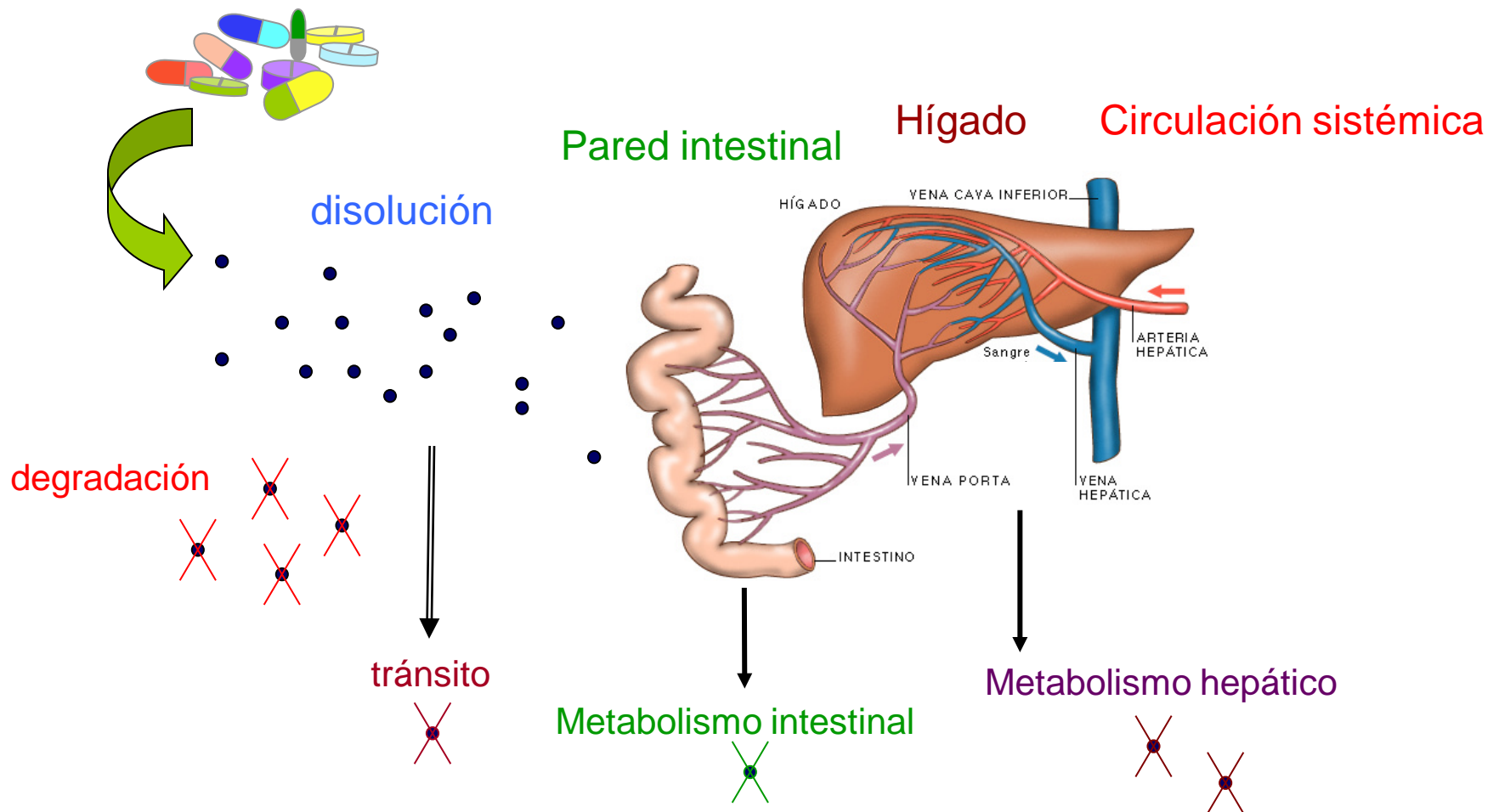
1. Debido a las propiedades físico-químicas
2. Adsorción y formación de complejos
3. Efecto del pH
4. Acción enzimática

2. Glicoproteína P y otras proteínas transportadoras

3. Efecto de primer paso

1. Efecto de primer paso intestinal
2. Efecto de primer paso hepático

Pérdidas de absorción

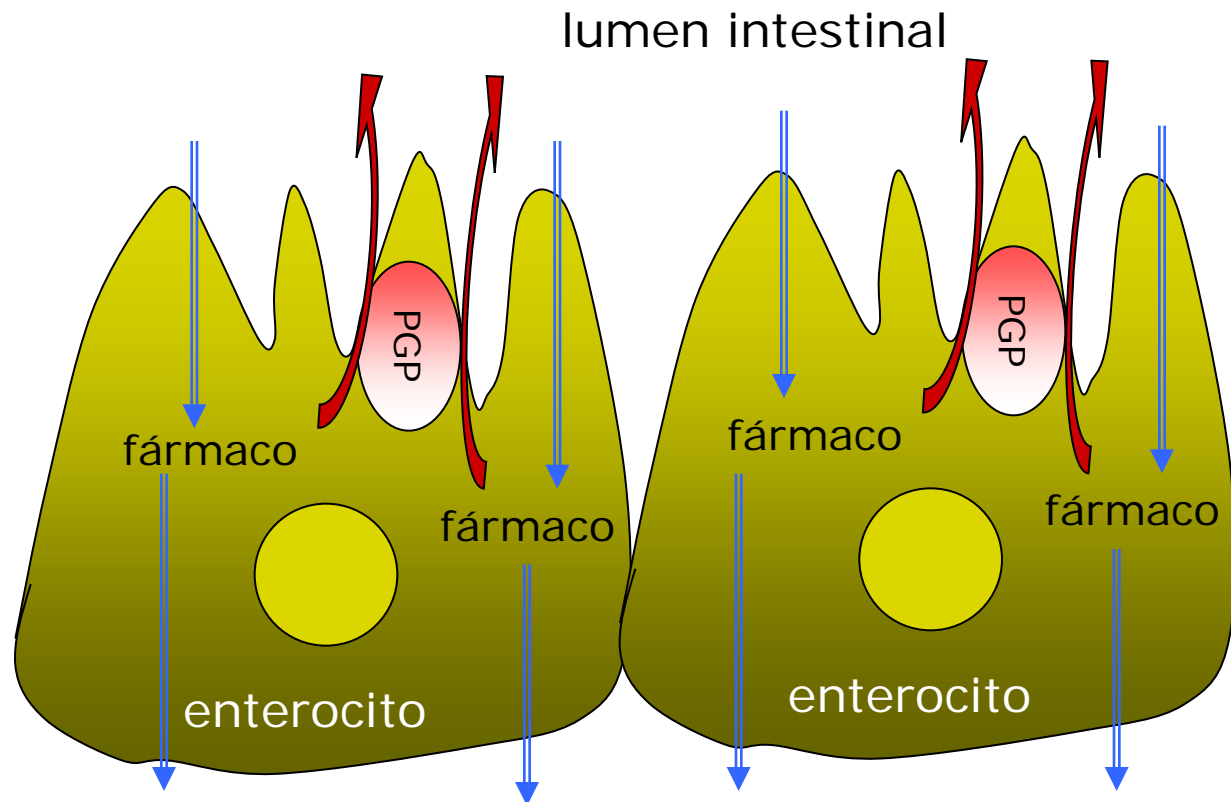


Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

<http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/1bachillerato/animal/contenidos5.htm>

Pérdidas de absorción

Expulsión: glicoproteína P (PGP)

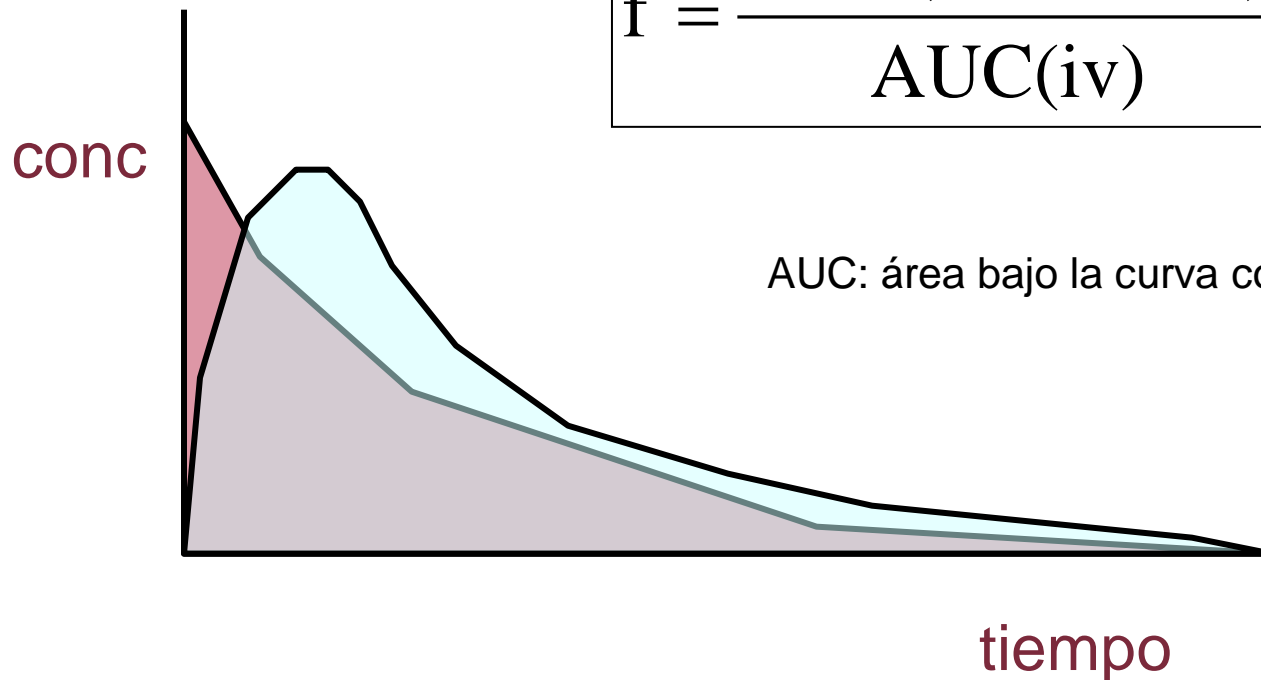


circulación
sanguínea

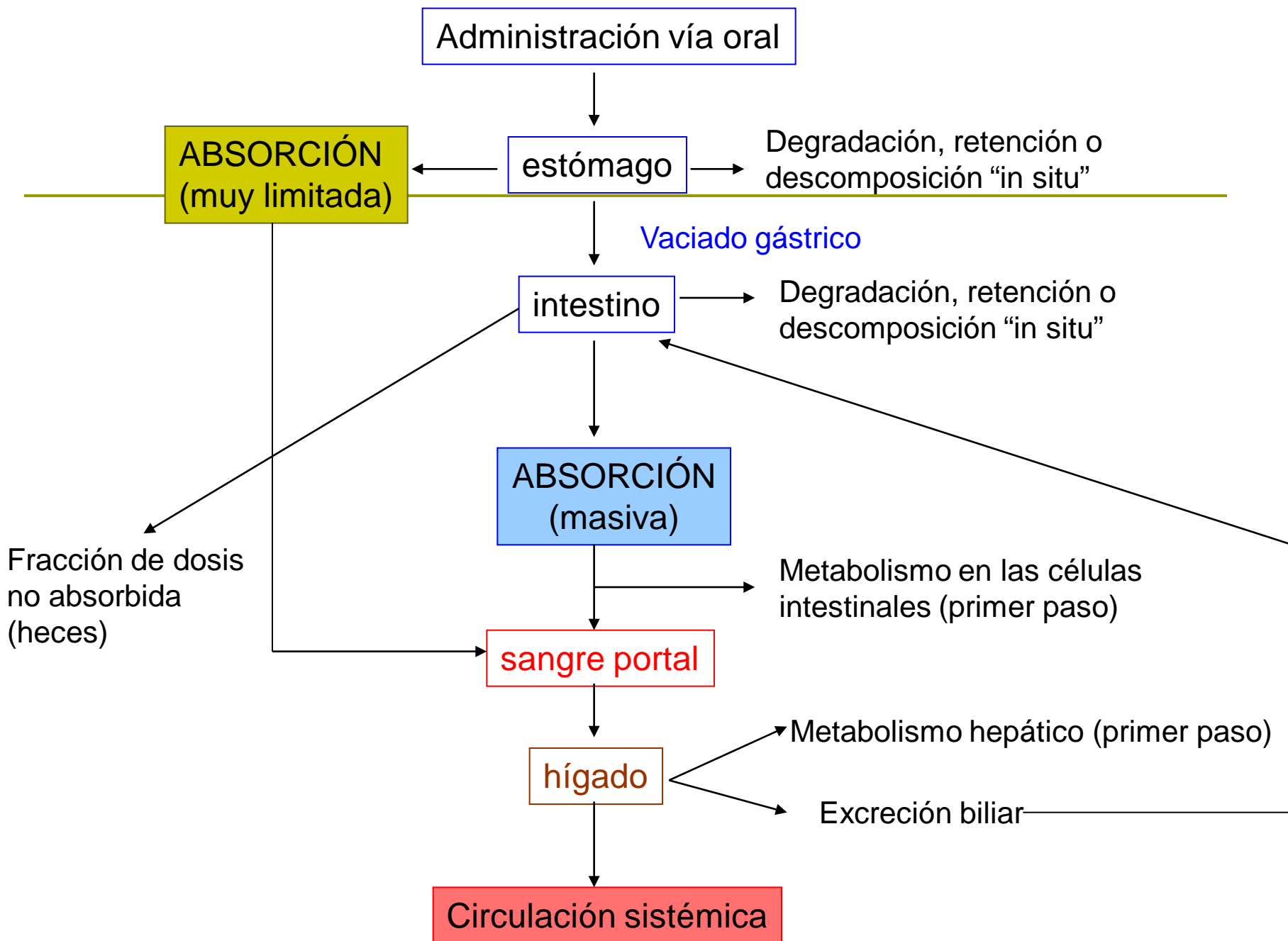
Pérdidas de absorción

Cálculo de la fracción biodisponible

$$f = \frac{\text{AUC}(\text{extravasal})}{\text{AUC}(\text{iv})}$$

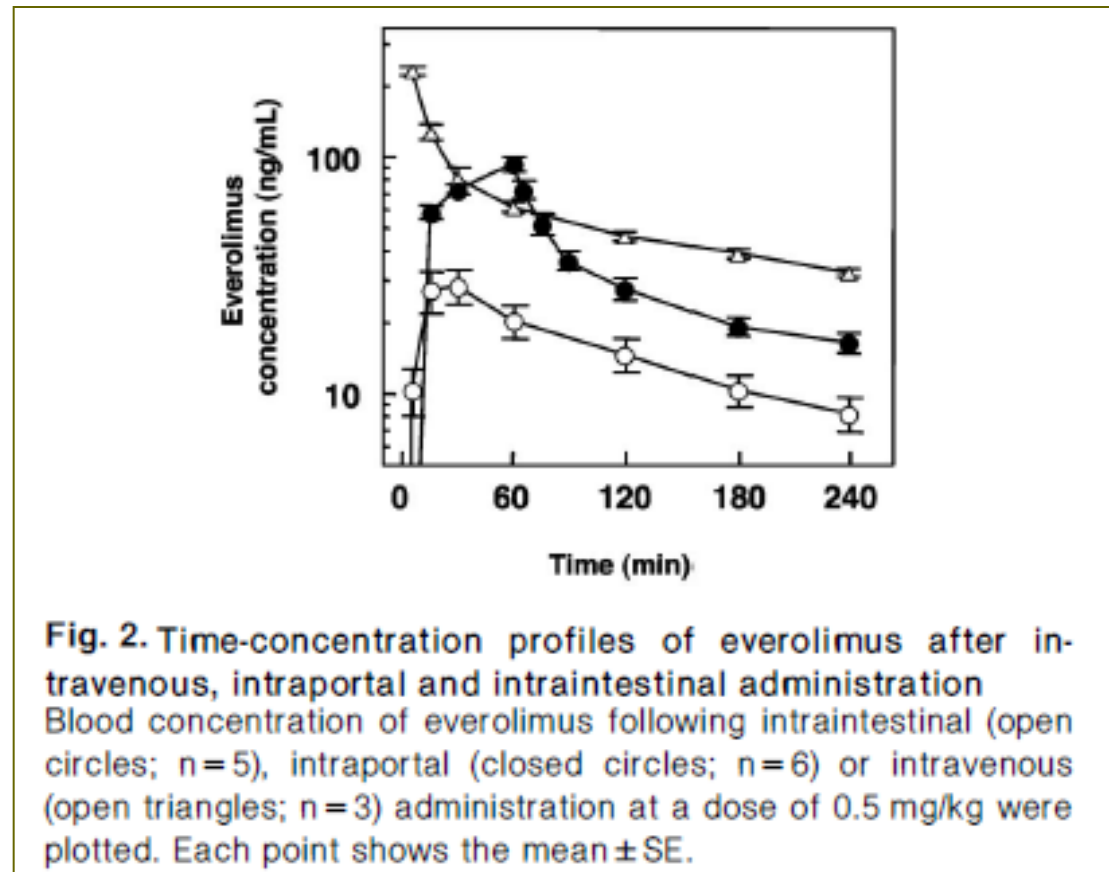


AUC: área bajo la curva concentración-tiempo



Pérdidas de absorción

Efecto de primer paso

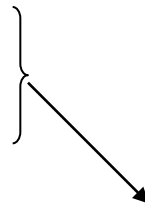


Yokomasu A, Yano I, Sato E, Masuda S, Katsura T, Inui K. *Drug Metab Dispos* 2008;23:469-475.

Pérdidas de absorción

Efecto de primer paso

1. Efecto de primer paso intestinal:
2. Efecto de primer paso hepático:

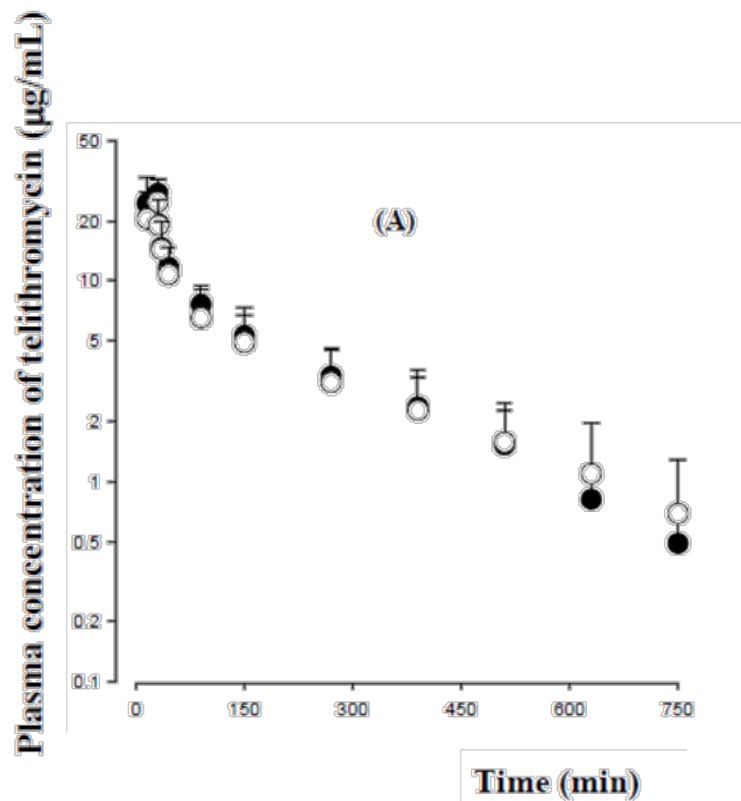


1. Inducción enzimática (fenobarbital)
2. Inhibición enzimática (ac. ascórbico)
3. Saturación enzimática (salicilamida)

CONSECUENCIAS

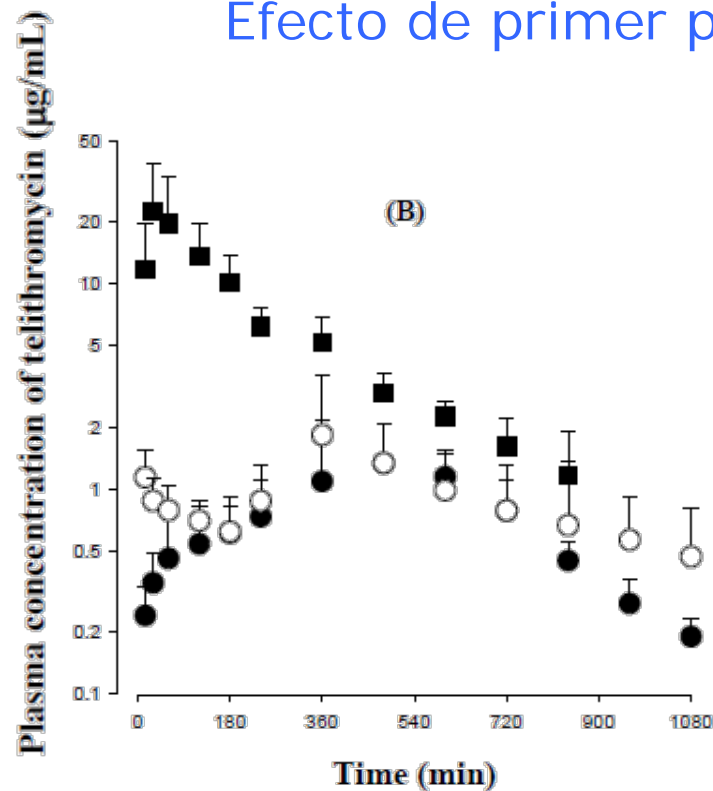
1. NEGATIVAS: aspirina
2. POSITIVAS: propranolol

Pérdidas de absorción



Mean arterial plasma concentration-time profiles of telithromycin after intravenous (●; $n = 5$) and intraportal (○; $n = 5$) administration of the drug (A), and intragastric (●; $n = 5$), intraduodenal (○; $n = 4$), and intraportal (■; $n = 5$) administrations of the drug (B) at a dose of 50 mg/kg to rats. Bars represent standard deviation.

Efecto de primer paso



Primer paso intestinal

4% de la dosis no se absorbe
27% de la dosis sufre efecto de primer paso intestinal
63%: fracción biodisponible

Pérdidas de absorción

Efecto de primer paso

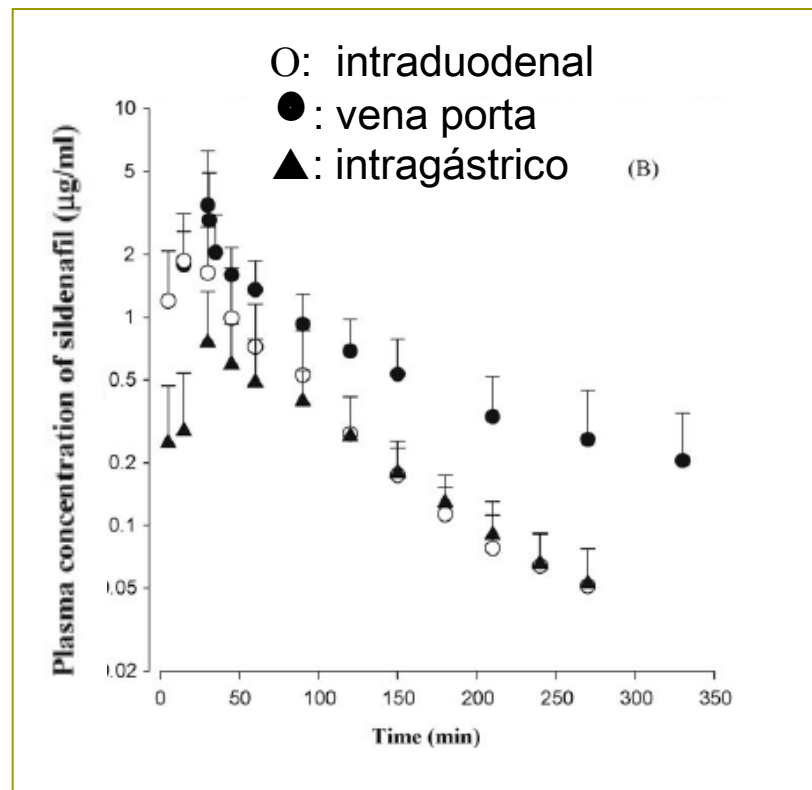
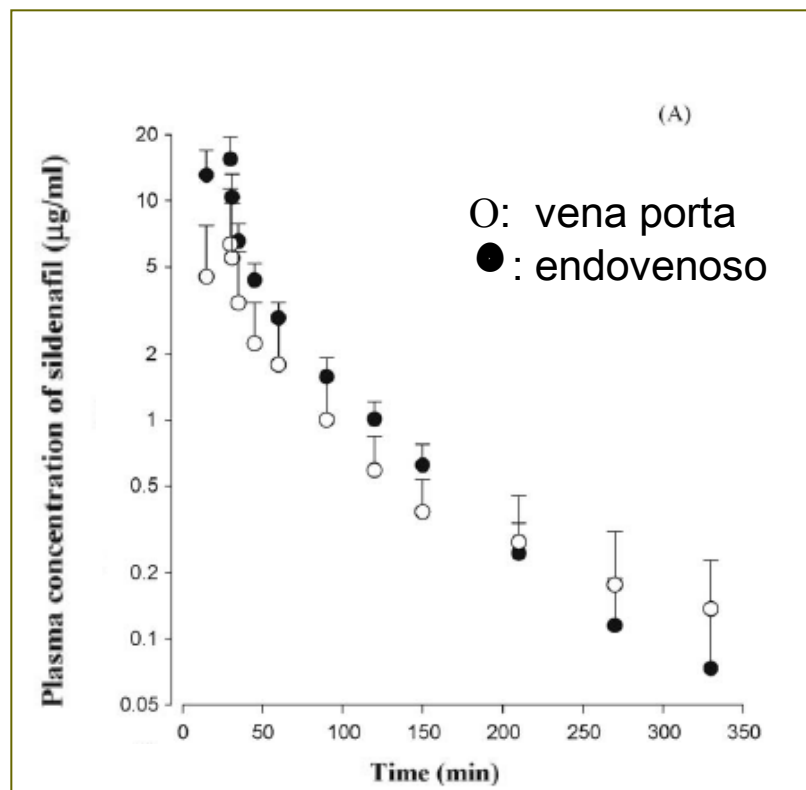


Fig. 3. Mean arterial plasma concentration–time profiles of sildenafil after intravenous (●; $n = 9$) and intraportal (○; $n = 10$) administration (A), and intragastric (▲; $n = 6$), intraduodenal (○; $n = 7$), and intraportal (●; $n = 7$) administration (B) at a dose of 30 mg/kg in rats. Vertical bars represent S.D.

Primer paso intestinal: 71%
Primer paso hepático: 43%
Fracción biodisponible: 14%

Pérdidas de absorción

Efecto de primer paso

ESTRATEGIAS

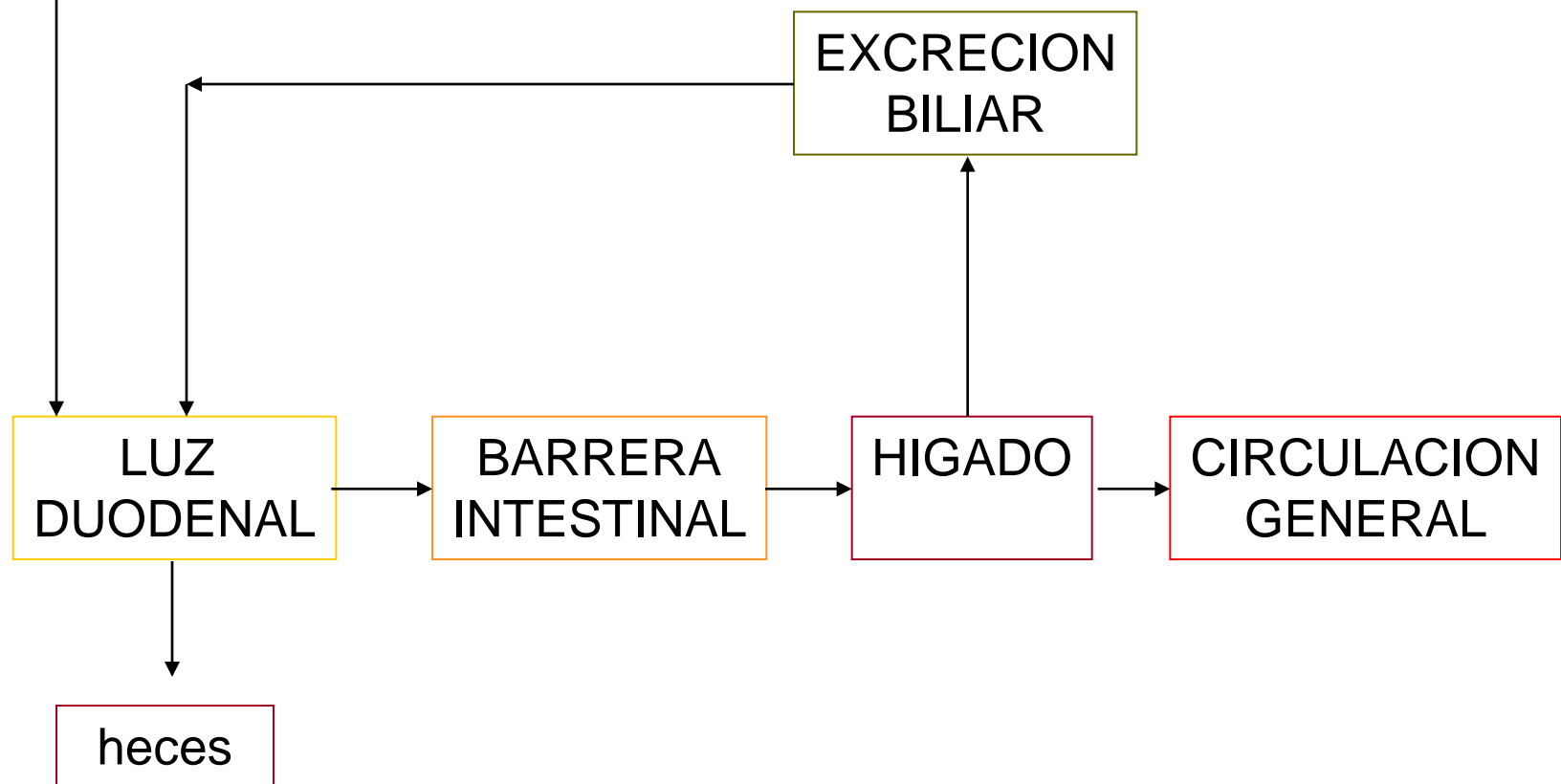
1. Profármacos
2. Favorecer la absorción por vía linfática:
 1. Liposolubilidad
 2. Formación de complejos (dextranos)

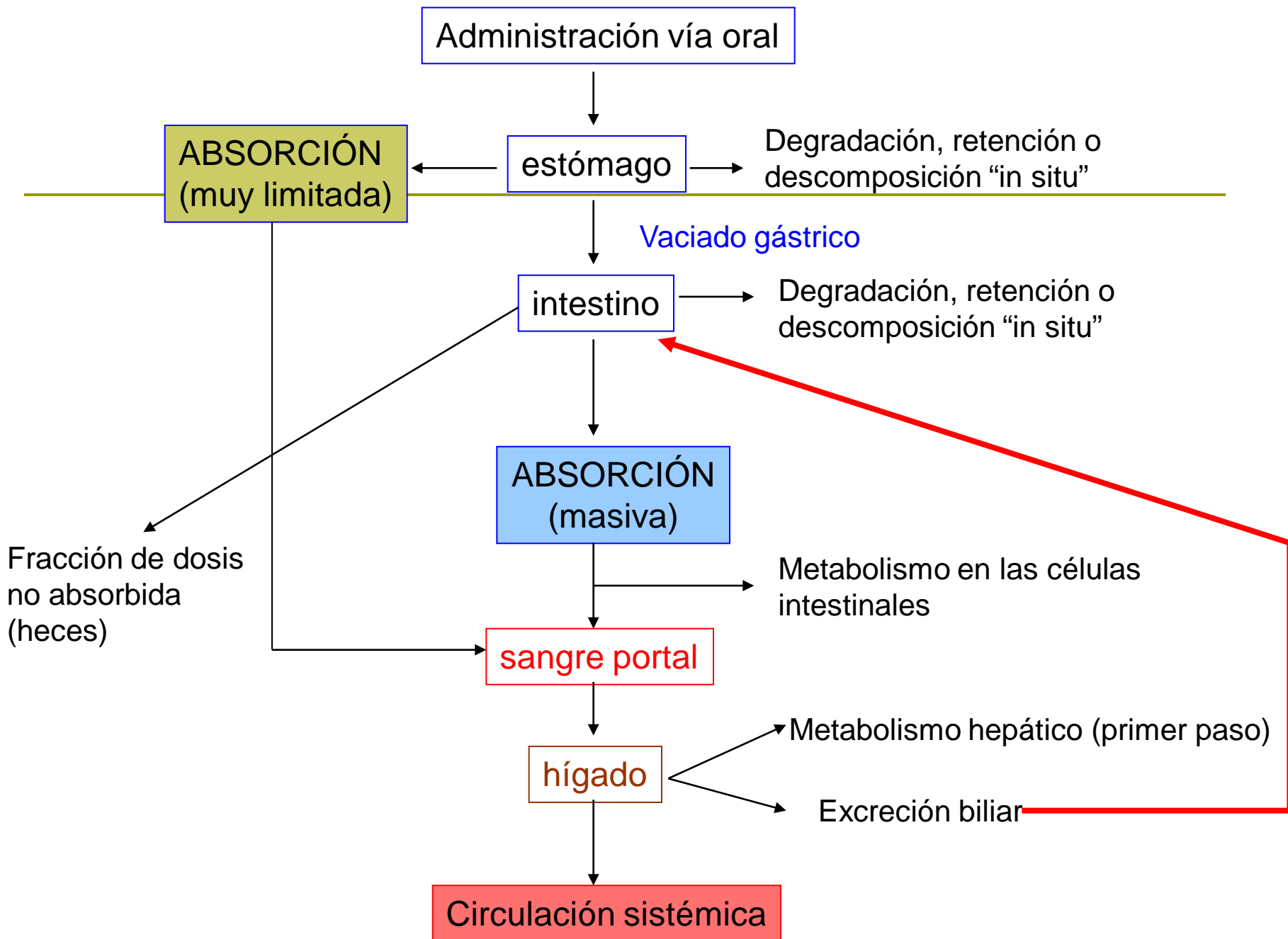
Pérdidas de absorción

Ciclo enterohepático



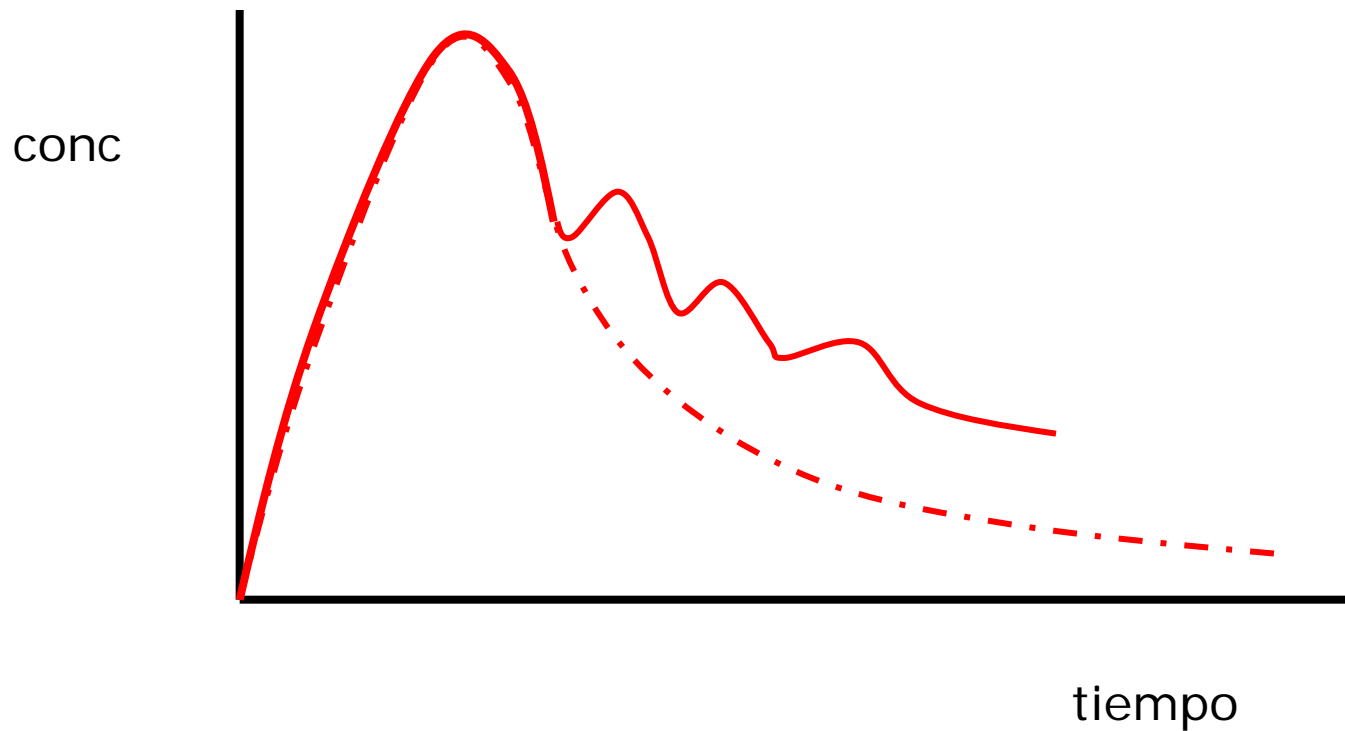
Administración oral





Pérdidas de absorción

Ciclo enterohepático



Pérdidas de absorción

Ciclo enterohepático

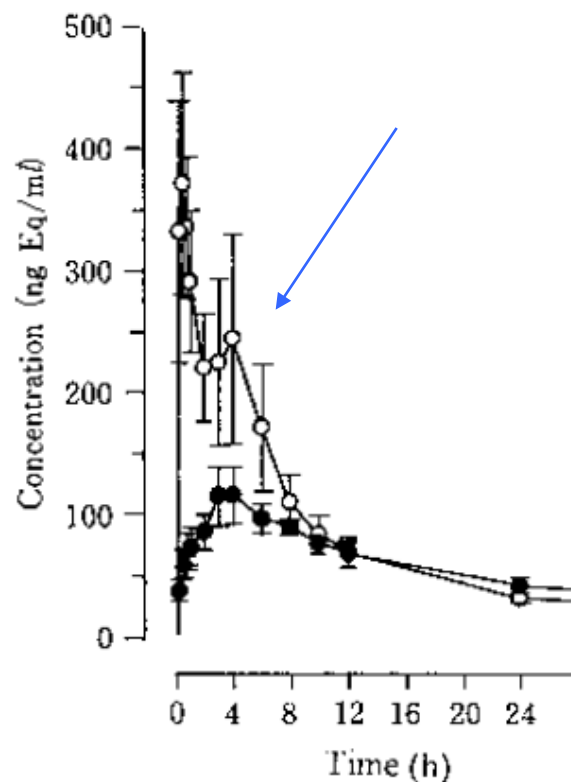


Fig. 3. Blood Concentration of Radioactivity after Oral (5 mg/kg) Administration of ^{14}C -EPN to Male Rats

Points and vertical bars represent the mean \pm S.D. ($n=3-5$). \circ , fasted rat; \bullet , fed rat.

EPN: epinastina

Ventajas e inconvenientes de la administración oral de medicamentos

VENTAJAS

1. Auto-administración
2. Seguridad

INCONVENIENTES

1. Irritación del tracto gastrointestinal
2. Sabor y olor desagradable
3. Variabilidad
4. Degradación debido al pH y las enzimas
5. Efecto de primer paso
6. Adherencia al tratamiento (en tratamientos largos)

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

1. Lugar de absorción
2. Mecanismo de absorción
3. Factores que influyen en la absorción
4. Cinética de absorción

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

1. Métodos “in vitro”:

1. Anillos intestinales
2. Sacos invertidos
3. Estudios de difusión con mucosa aislada
4. Cultivos celulares

2. Métodos “in situ”

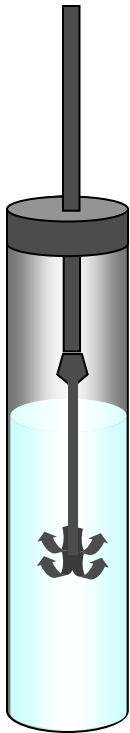
1. Perfusión de intestino

3. Métodos “in vivo”

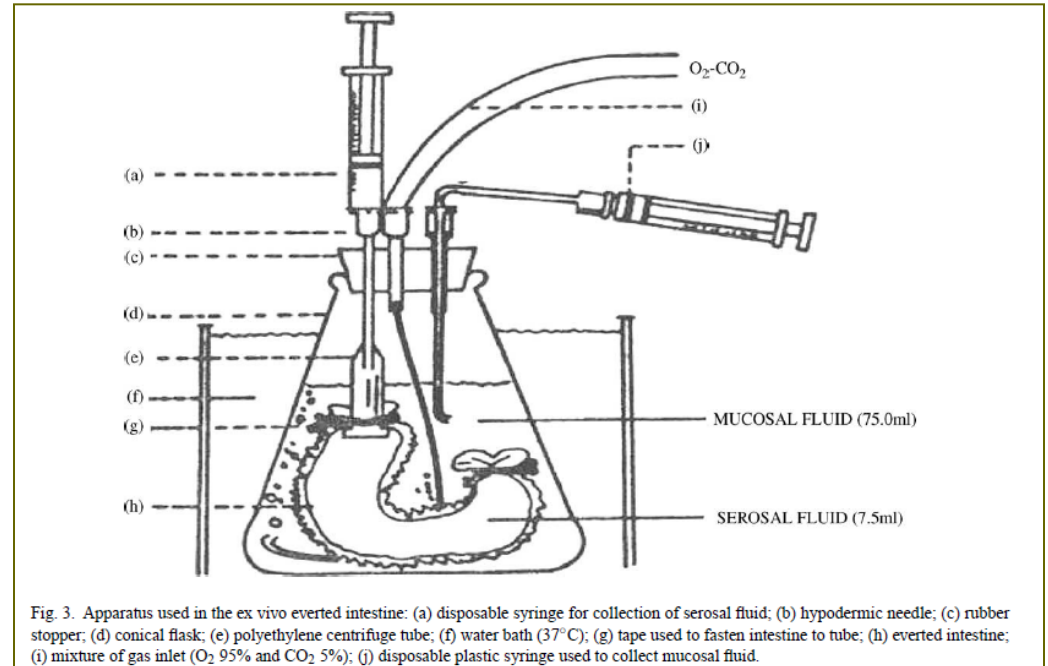
1. Métodos directos e indirectos
2. Estudios con animales y en humanos
3. Técnicas de imagen nuclear:
 1. Rayos γ
 2. Rayos X
4. Cápsulas de alta frecuencia
5. Perfusión gastrointestinal

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

In vitro



Dispositivo utilizado en los estudios de absorción con **anillos intestinales**

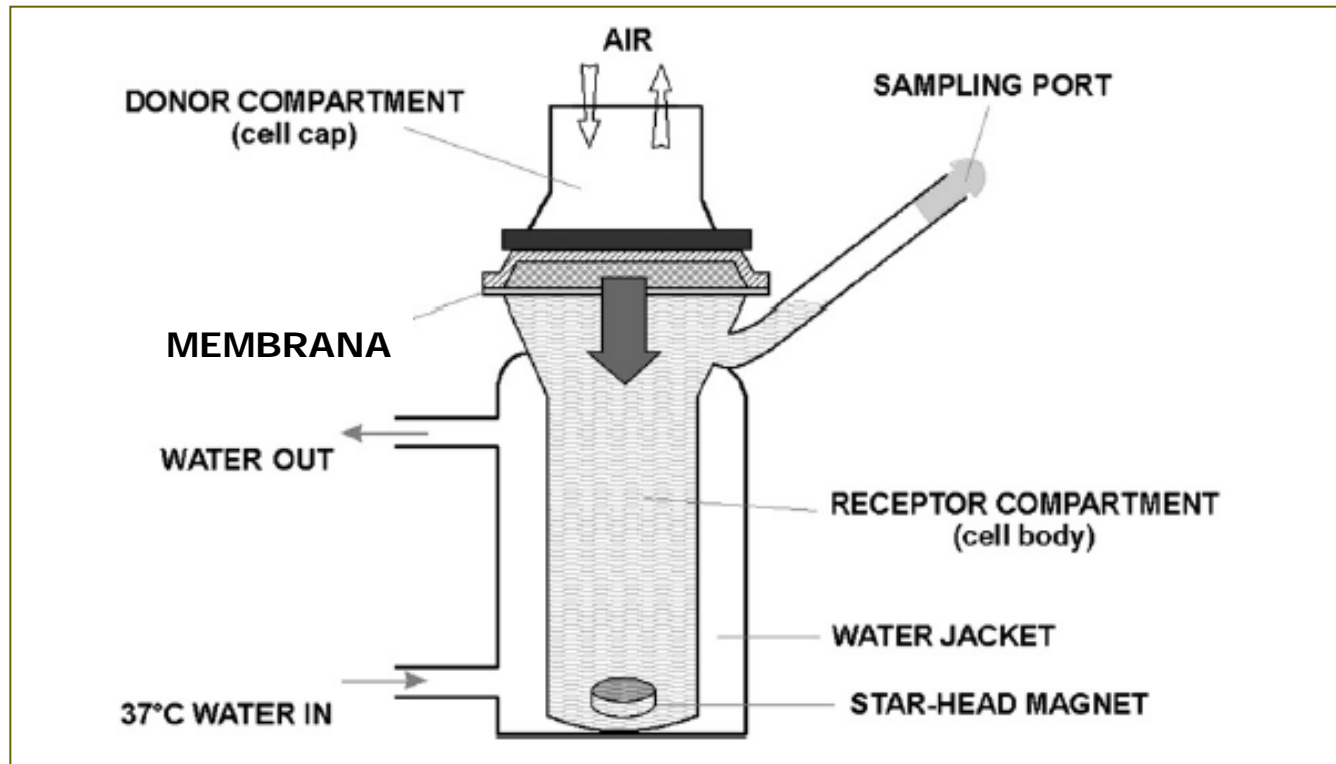


Modelo de los **sacos invertidos** utilizado en los estudios de absorción intestinal

Avadi MR, Jalali A, Sadegui AM, Shamimi K, Bayati KH, Nahid E, Dehpour AR, Rafiee-Tehrani. Int J Pharm 2005;293:83-89

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

In vitro: celdas de difusión

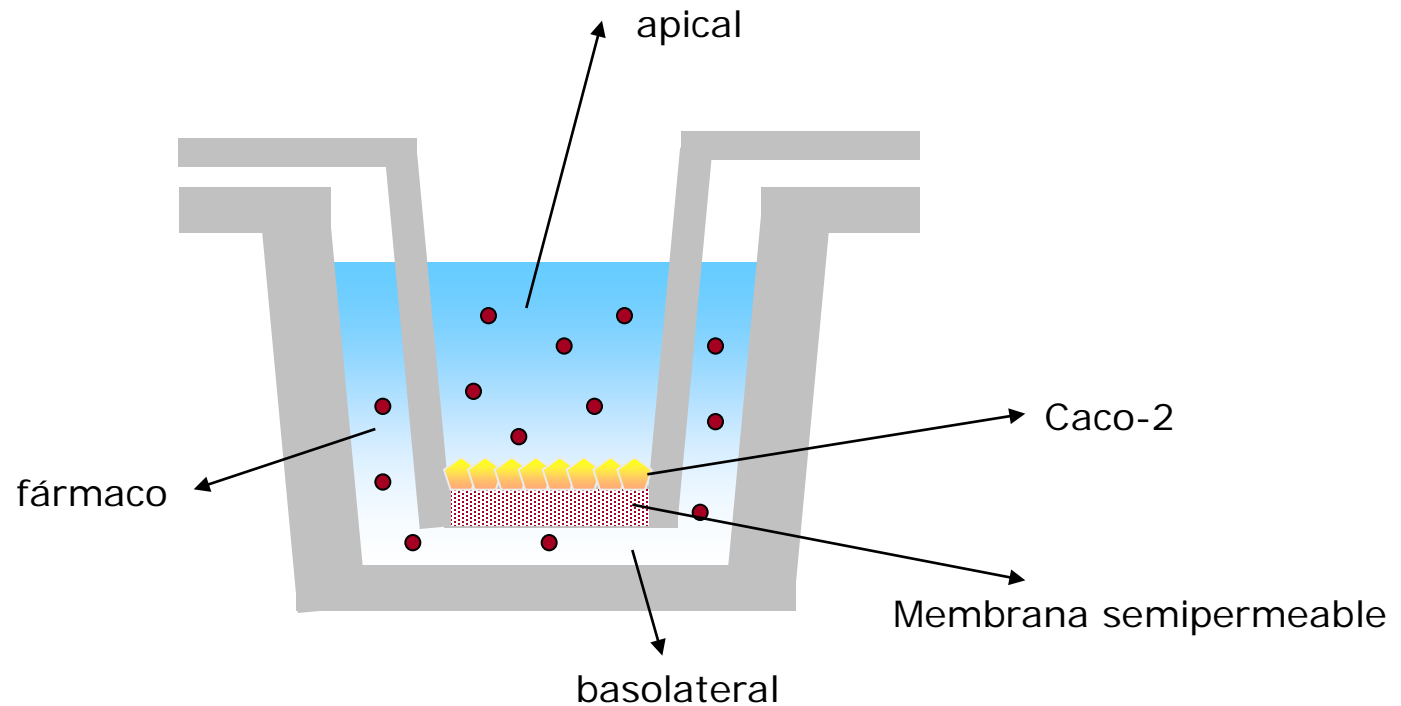


Celda de difusión tipo Franz

*Bonina FP, Giannossi ML, Medici L, Puglia C, Summa V, Tateo F.
Appl Clay Sci 2008;41:165-171*

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

In vitro: Cultivos celulares (caco-2)



Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

1. Métodos “in vitro”:

1. Anillos intestinales
2. Sacos invertidos
3. Celdas de difusión con mucosa aislada
4. Cultivos celulares

2. Métodos “in situ”

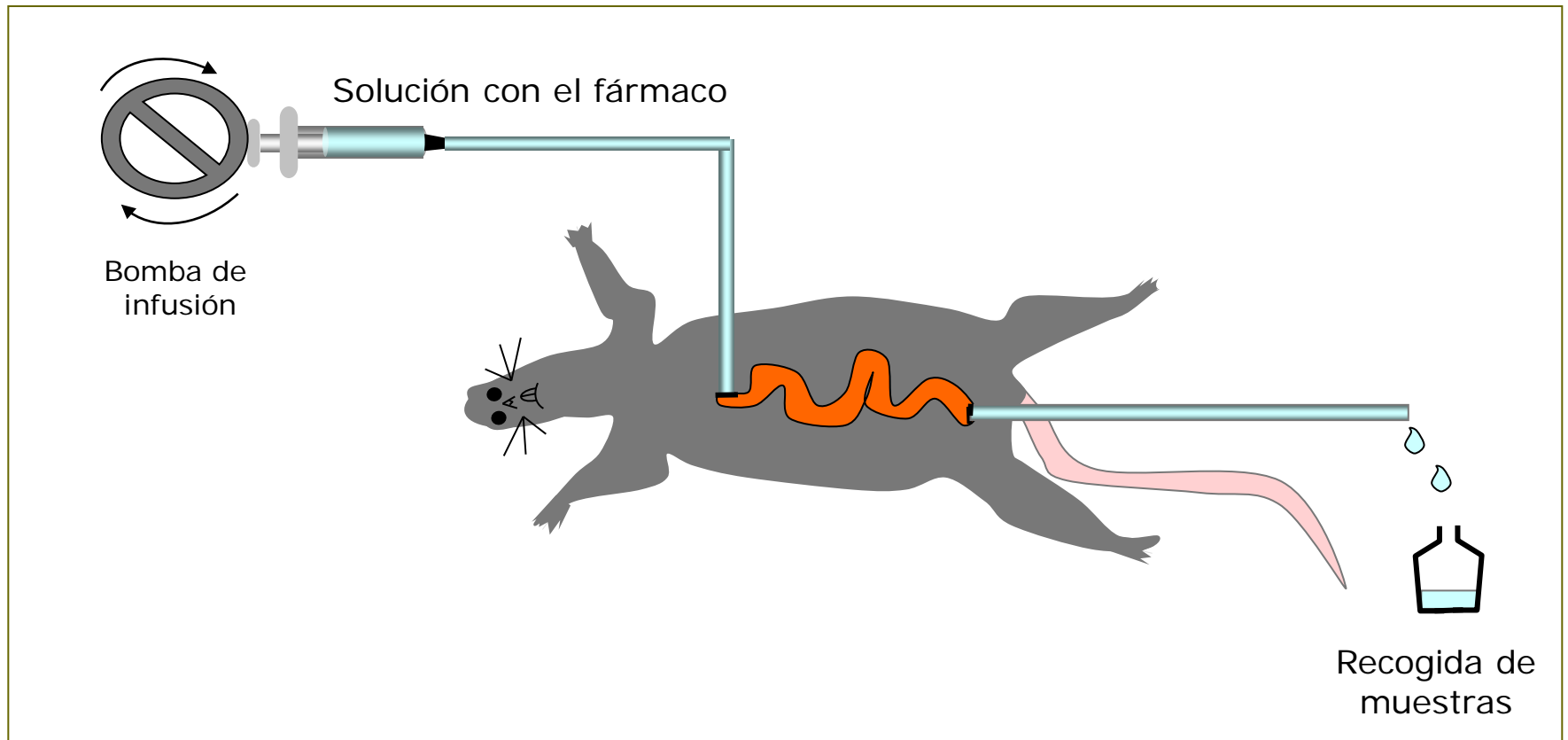
1. Perfusión de intestino

3. Métodos “in vivo”

1. Métodos directos e indirectos
2. Estudios con animales y en humanos
3. Técnicas de imagen nuclear:
 1. Rayos γ
 2. Rayos X
4. Cápsulas de alta frecuencia
5. Perfusión gastrointestinal

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

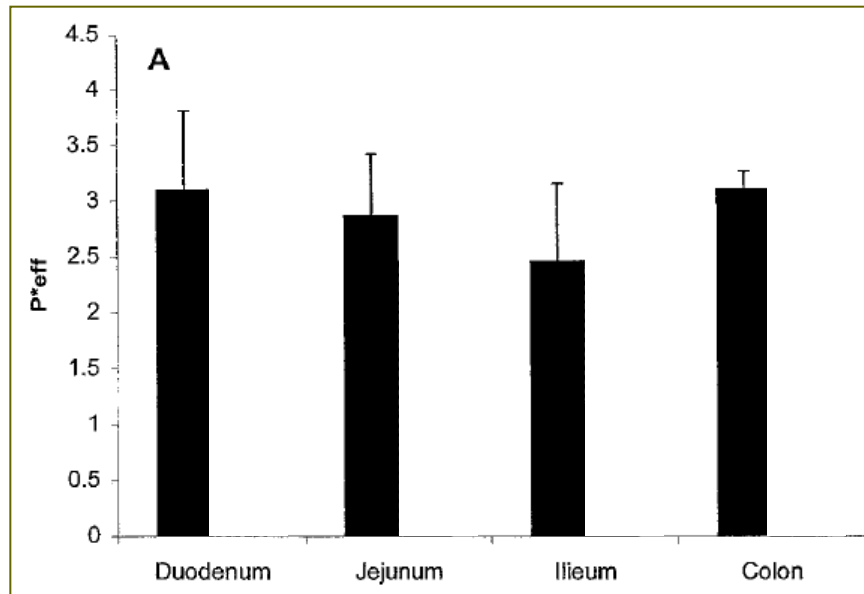
In situ: perfusión de intestino



Esquema del modelo de perfusión intestinal de rata

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

In situ: perfusión de intestino



Permeabilidad de genisteína en diferentes regiones del intestino delgado de rata

Liu Y, Hu M. Drug Metab Dispos 2002;30:370-377

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

1. Métodos “in vitro”:

1. Anillos intestinales
2. Sacos invertidos
3. Estudios de difusión con mucosa aislada
4. Cultivos celulares

2. Métodos “in situ”

1. Perfusión de intestino

3. Métodos “in vivo”

1. Métodos directos e indirectos
2. Estudios con animales y en humanos
3. Técnicas de imagen nuclear:
 1. Rayos γ
 2. Rayos X
4. Cápsulas de alta frecuencia
5. Perfusión gastrointestinal

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

Perfusión gastrointestinal en humanos

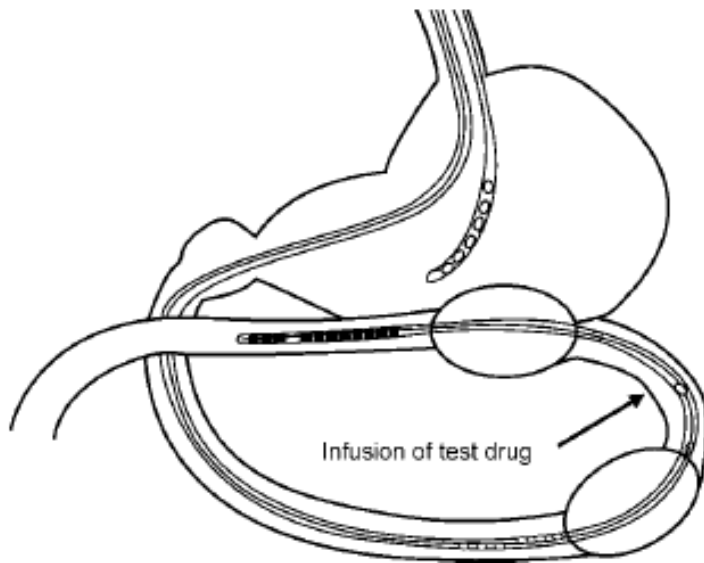


Figure 1. The LOC-I-GUT tube isolated a 10-cm long jejunal segment in the proximal jejunum. The diameter and the mantle area of this isolated intestinal segment were accurately determined using different radiological methods.

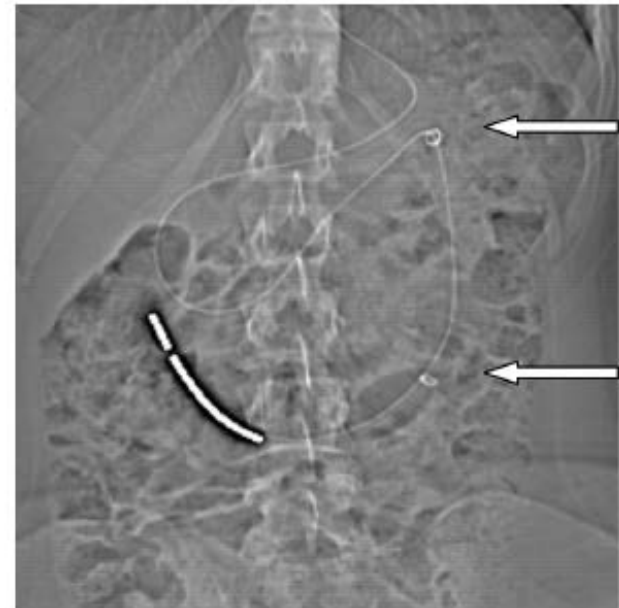
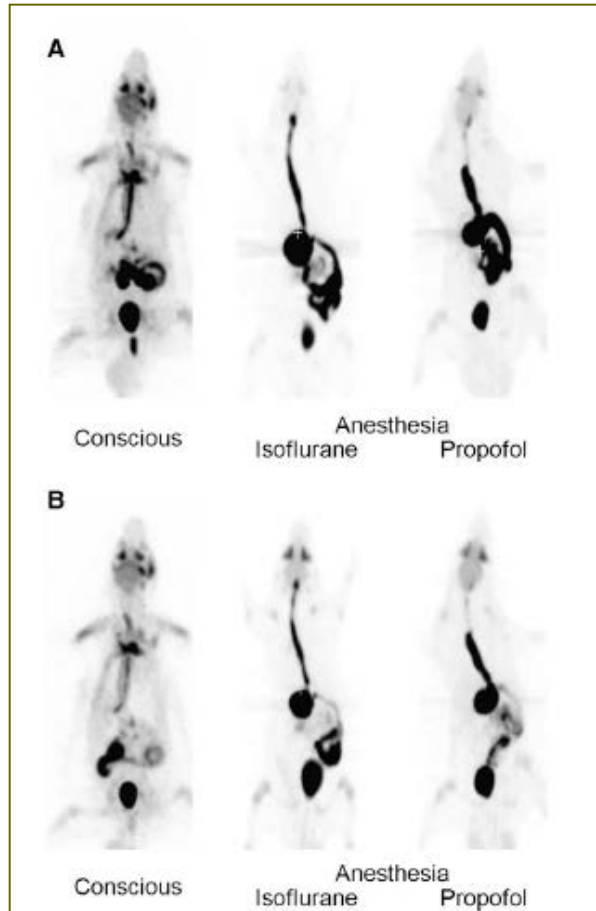


Figure 2. Radio opaque markers delineate the LOC-I-GUT segment (arrows) and reveal the positioning of the tube in the proximal part of jejunum. The outer diameter of the LOC-I-GUT tube is 5.3 mm.

Sistema utilizado en estudios de perfusión gastrointestinal en humanos

Métodos de estudio de la absorción gastrointestinal

- Sustancias marcadas (^{14}C y ^3H)
- PET



Ymashita S, Takashima T, Kataoka M, Oh H, Sakuna S, Takashashi M, Suzuki N, Hayashinaka E, Wada Y, Cui Y, Watanabe Y. J Nucl Med 2011;52:249-256

Imágenes tomadas mediante PET tras la administración oral a ratas conscientes o bajo anestesia con isofluorano o propofol

Formas farmacéuticas de administración oral

LÍQUIDAS

1. Soluciones orales:
 - Soluciones
 - Jarabes
 - Elixires
 - Gotas orales
2. Suspensiones orales:
 - Suspensiones
 - Jarabes
 - Gotas
3. Emulsiones orales

Formas farmacéuticas de administración oral

SÓLIDAS

1. Polvos:
 1. Polvos para uso oral
 2. Polvos efervescentes
2. Granulados:
 1. Efervescentes
 2. Recubiertos
 3. Gastrorresistentes
 4. De liberación modificada
3. Cápsulas:
 1. Duras
 2. Blandas
 3. Gastrorresistentes
 4. De liberación modificada

Formas farmacéuticas de administración oral

SÓLIDAS

4. Comprimidos:

comprimidos no recubiertos

comprimidos recubiertos

comprimidos efervescentes

comprimidos solubles

comprimidos dispersables

comprimidos masticables

comprimidos bucodispersables

comprimidos gastrorresistentes

comprimidos de liberación modificada

comprimidos para la cavidad bucal*

liofilizados orales (dispersables, bucodispersables)

5. Chicles*