

Universidad de los Andes
FISIOLOGIA para MEDICINA

**FISIOLOGÍA
DEL
APARATO DIGESTIVO**

2011

Ximena Páez



La visita de la madre. Enrique Paternina 1892. Museo del Prado, Madrid.

MUY IMPORTANTE:

Este material **NO** sustituye
el uso de los libros para el
estudio de la fisiología

FUENTES

- *Ganong's Review of Medical Physiology*. 23^{er}. Ed. K.E. Barrett, S.M. Barman, S. Boitano, H.L. Brooks Eds. Lange, **2010**.
- Silbernagl S. Despopoulos. *Fisiología. Texto y Atlas* 7^{ima} Ed. Editorial Médica Panamericana, **2009**.
- Fox S.I. *Human Physiology*. 10th edition. McGraw-Hill, New York, **2008**.
- Costanzo L.S. *Physiology*. 3^{er} Ed. Saunders Elsevier, **2006**.
- K. M. Barrett. *Gastrointestinal Physiology*. Lange Physiology Series. McGraw-Hill, **2006**.
- A.C. Guyton, J.E Hall. *Textbook of Medical Physiology*. 10th Edition W.B. Saunders Co., Philadelphia, **2000**.
- M. Gershon. *The Enteric Nervous System: a Second Brain*. Hospital Practice. **1999**.
- L. Wilson-Pauwels, P.A. Stewart, E.J. Akesson. *Autonomic Nerves*. B.C. Decker Inc. Hamilton, **1997**.
- R.A. Bowen. Biomedical Sciences. *Digestive System*. Colorado State University, **2006**. Disponible en: <http://arbl.cvmb.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/index.html>
- *Advanced Physiology*. Berkeley University. **2006**. Disponible en: <http://mcb.berkeley.edu/courses/mcb136>
- *The Inner Tube of Life*. Special Collection Science 307: 1914 **2005** [DOI: 10.1126/science.307.5717.1914a]. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/summary/sci;307/5717/1895>

Material de clases
2011



- Portal SABER ULA
www.saber.ula.ve Buscar: fisiología del aparato digestivo
- Portal CEIDIS ULA
http://www.ceidis.ula.ve/cursos/medicina/fisiologia_digestiva/

Programa
Lecturas, PPS
Casos, preguntas, ejercicios
Glosario

Fisiología del Aparato Digestivo

- **Generalidades**
- Control neural de la función digestiva
- Boca-esófago, estómago
- Control humoral de la función digestiva
- Hígado, páncreas
- Intestino delgado
- Digestión
- Absorción nutrientes
- Absorción de agua, electrolitos y vitaminas
- Colon

Aparato Digestivo

TEMA 1 Generalidades

I. INTRODUCCIÓN

II. MORFOLOGÍA

III. MOTILIDAD

IV. SECRECIÓN

V. CIRCULACIÓN

VI. REGULACIÓN



¿ Por qué tenemos que comer?

I. INTRODUCCIÓN



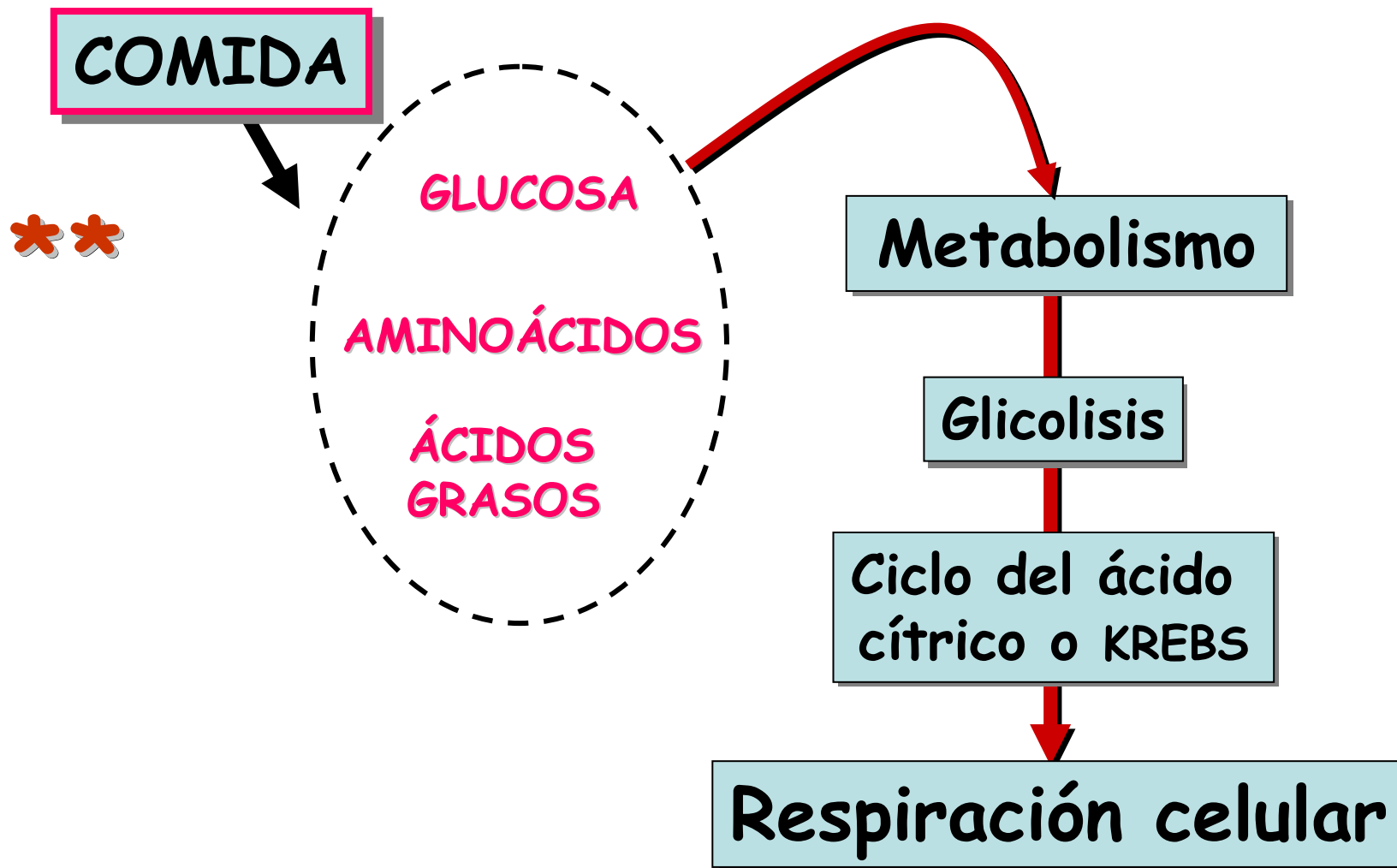
El cuerpo necesita
ENERGÍA
para sobrevivir

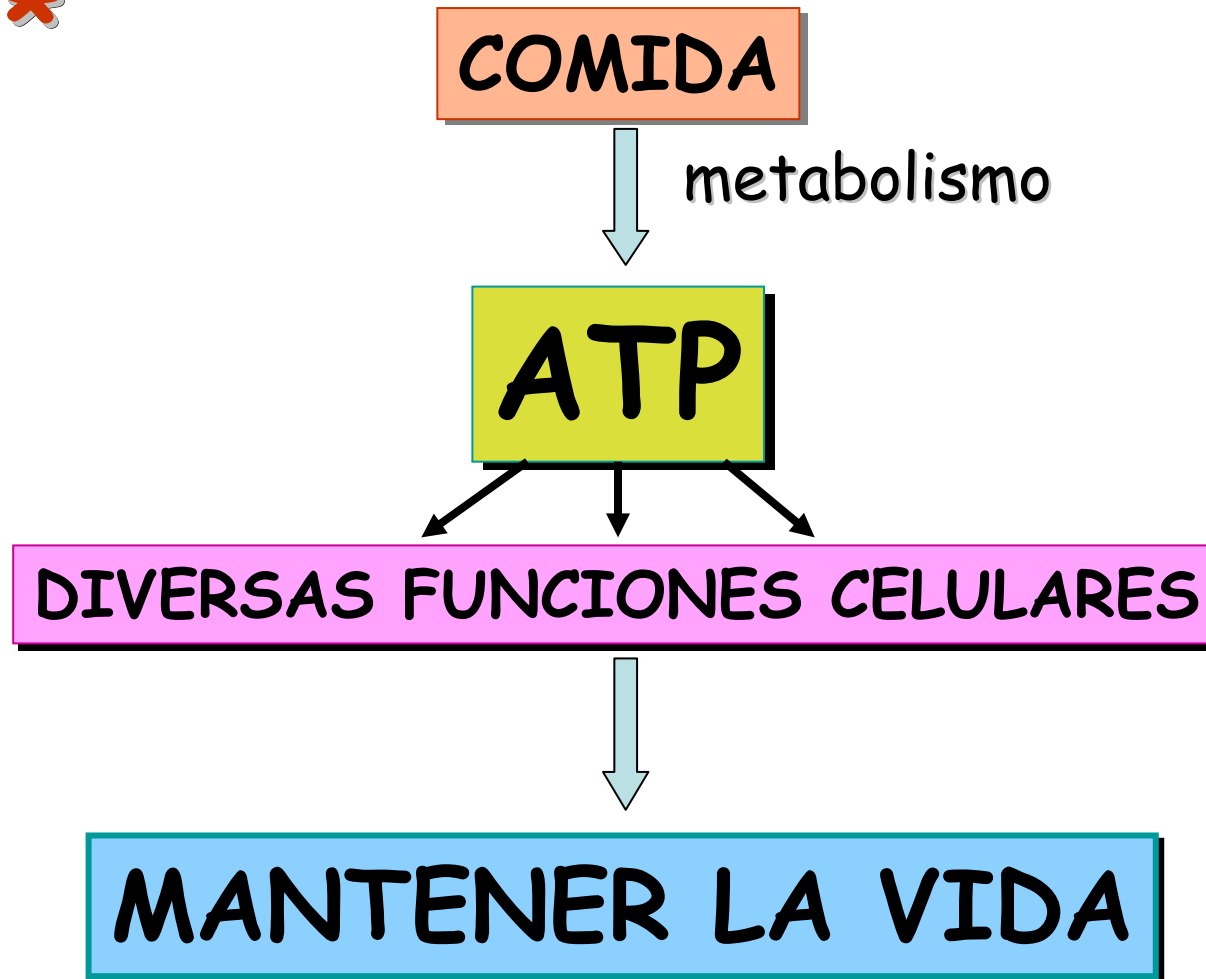


La energía se obtiene de los
ALIMENTOS



Los alimentos tienen que ser
**INGERIDOS,
DIGERIDOS Y ASIMILADOS**





¿Cómo se
transforman
los alimentos ingeridos en
elementos que se utilizan
en el metabolismo para
obtener energía?

I. INTRODUCCIÓN

APARATO DIGESTIVO

Aparato vs.
Sistema

¿En QUÉ consiste?

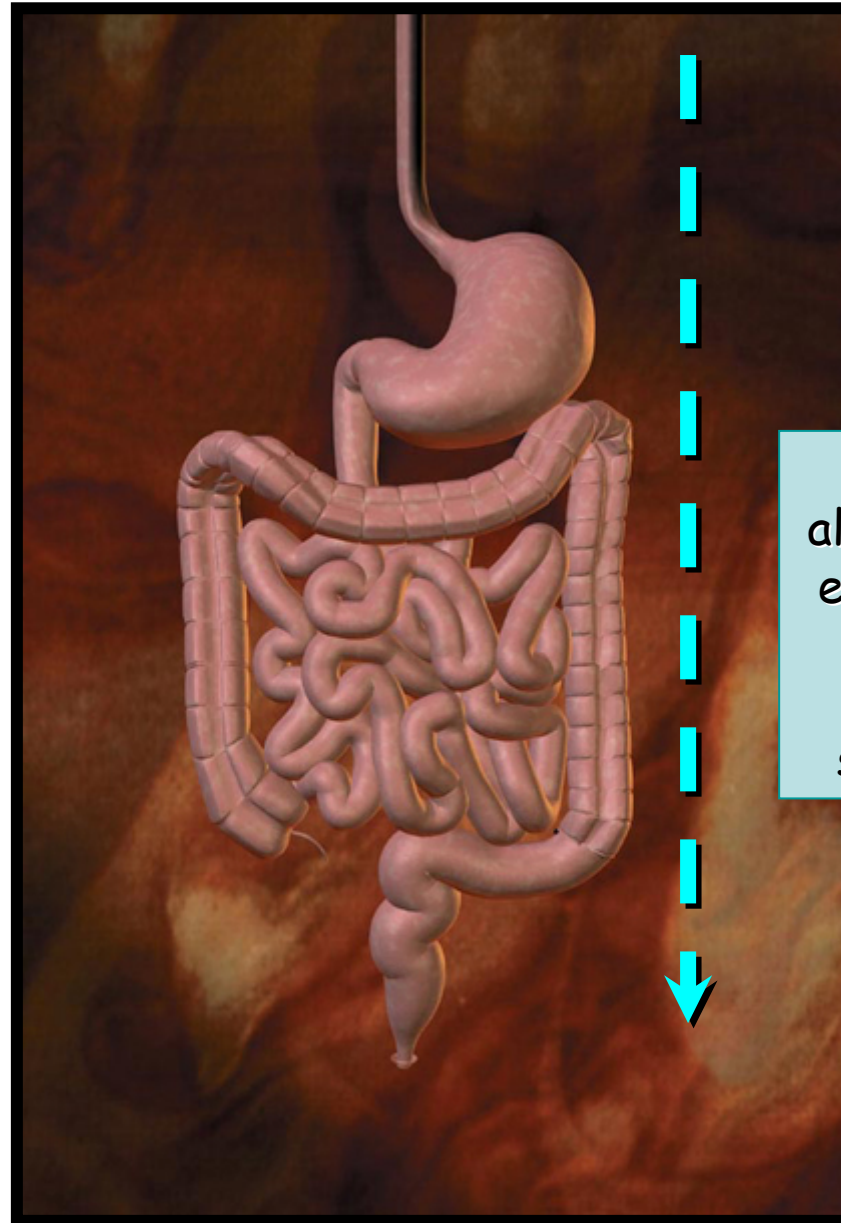
¿QUÉ hace?

¿QUÉ entra y QUÉ sale?

¿CÓMO hace esto?

¿En QUÉ
consiste?

TUBO
BOCA - ANO
una sola vía
a lo largo del
cuerpo



Flujo
altamente
eficiente
en un
sólo
sentido

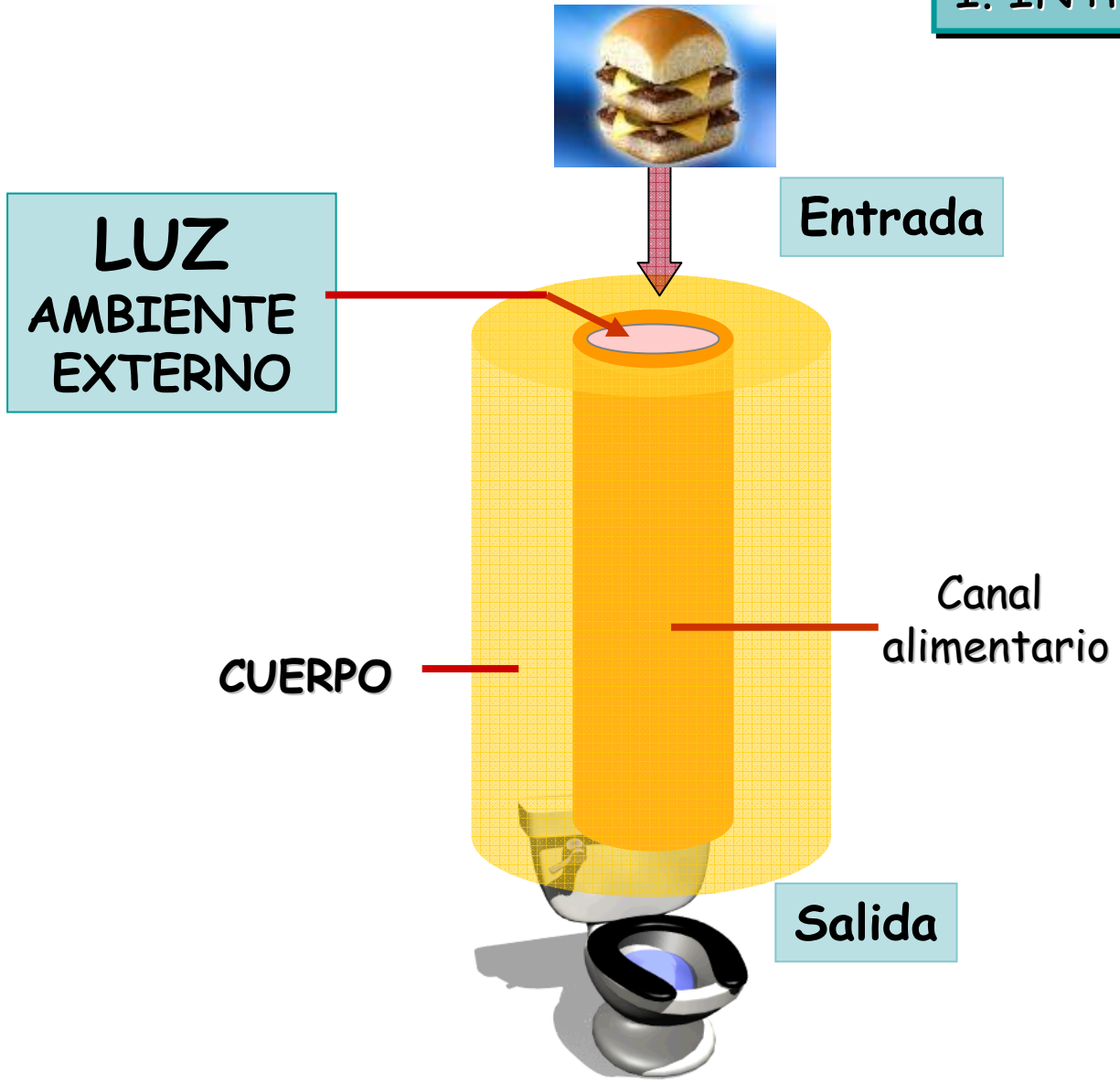


I. INTRODUCCIÓN

¿QUÉ hace?

Sirve de portal de entrada de nutrientes desde el exterior a la sangre para su asimilación

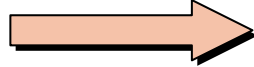
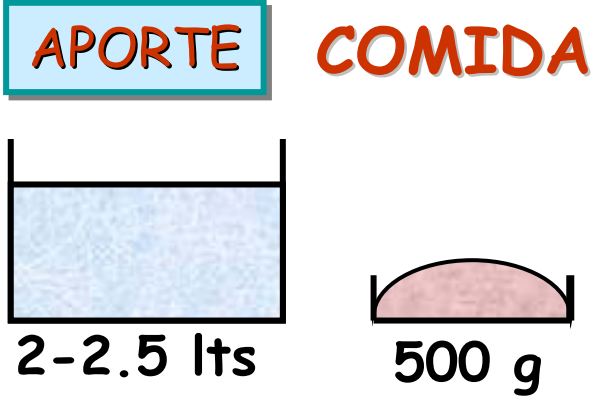
I. INTRODUCCIÓN



I. INTRODUCCIÓN

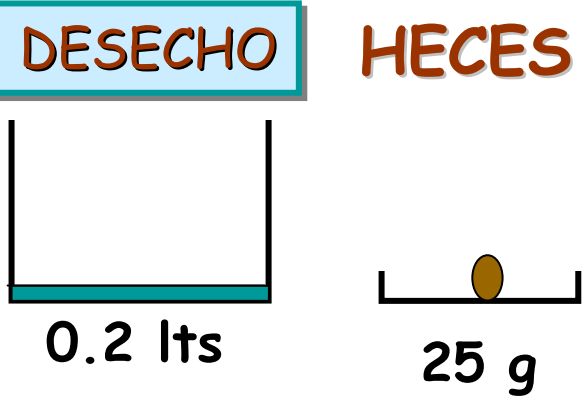
¿QUÉ entra
y
QUÉ sale?

I. INTRODUCCIÓN



BOCA

24-48 HS



ANO

I. INTRODUCCIÓN



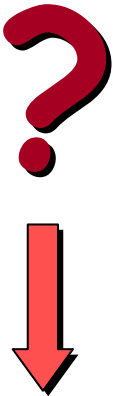
APORTE

- Nutrientes
- CH
- Proteínas
- Grasa
- +
- Agua
- Electrolitos
- Vit. Minerales
- Celulosa

$$\text{APORTE} - \text{DESECHO} = \text{COMIDA ABSORBIDA}$$

DESECHO

Heces

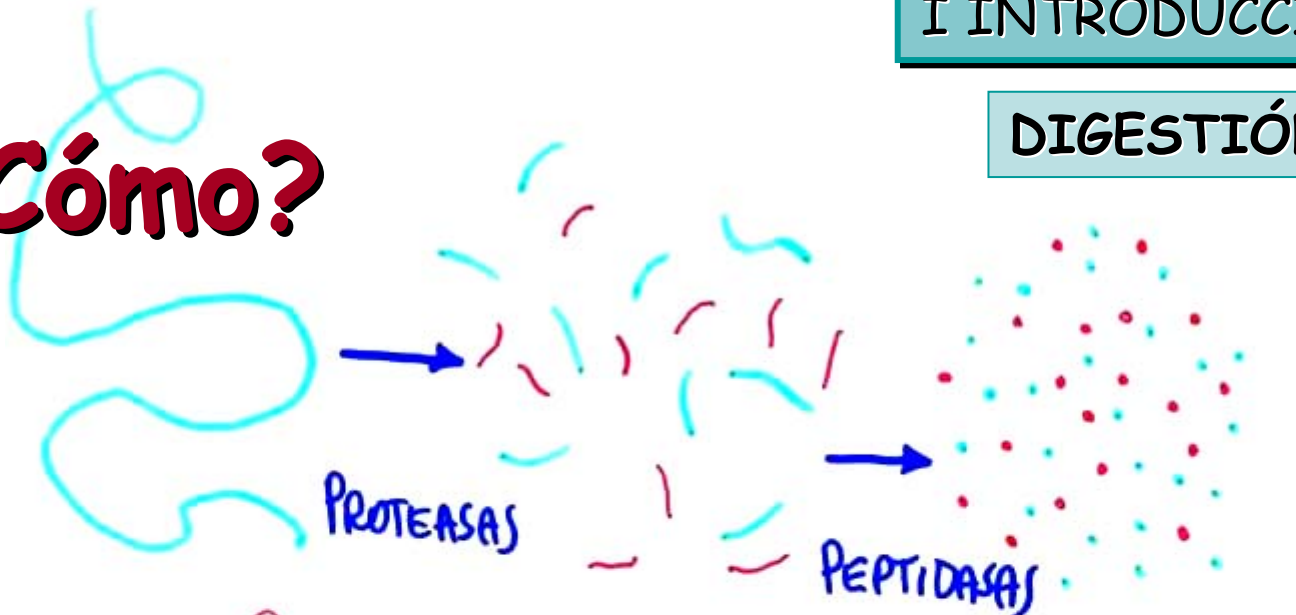


ASIMILACIÓN

¿Cómo?

I INTRODUCCIÓN

DIGESTIÓN



PROTEASAS

PEPTIDASAS

PÉPTIDOS

AMINO
ÁCIDOS
LIBRES

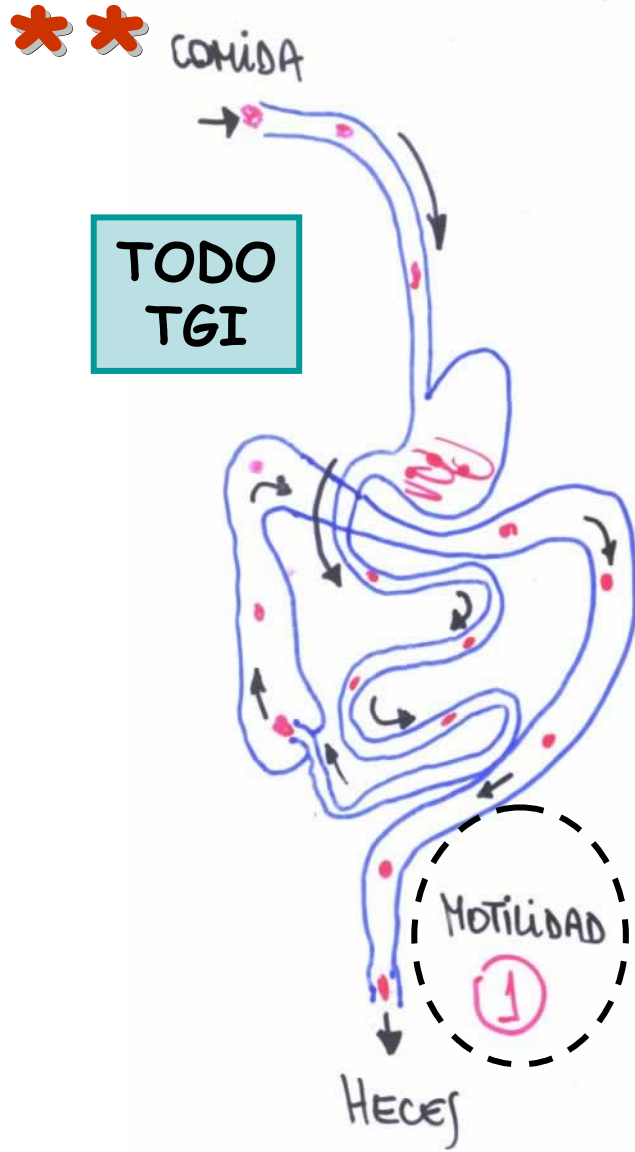


PROTEÍNAS

DESENSAMBLAJE

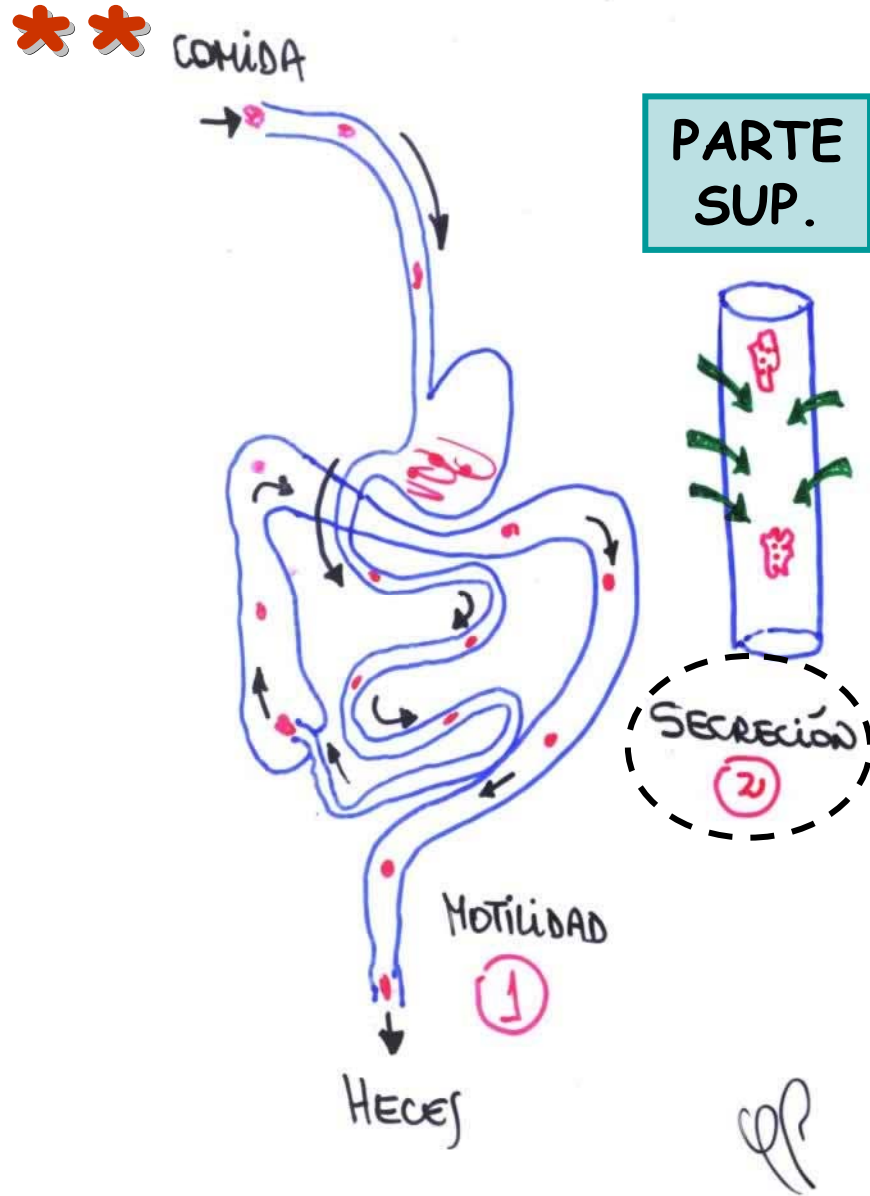
ASIMILACIÓN

ps



I INTRODUCCIÓN

FUNCIONES

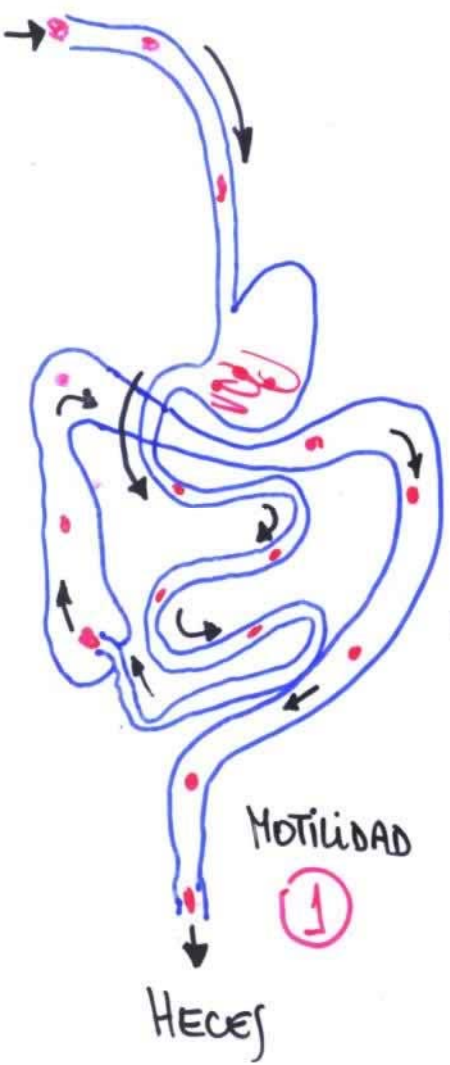


I INTRODUCCIÓN

FUNCIONES



COMIDA



MOTILIDAD

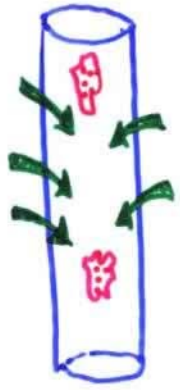
①

HECES

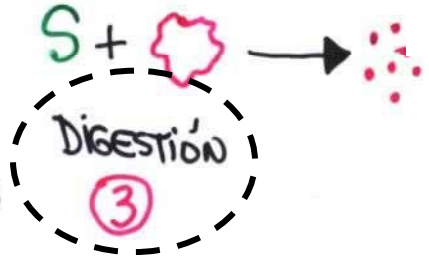
I INTRODUCCIÓN

FUNCIONES

PARTE SUP. - MEDIA

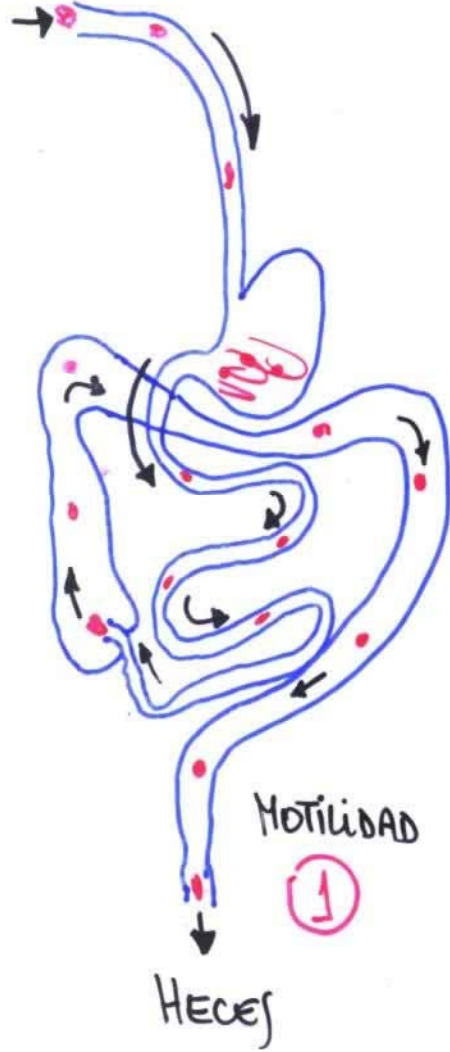


SECRECIÓN
②



pp

**** COMIDA**



MOTILIDAD

①

HECES



SECRECIÓN

②

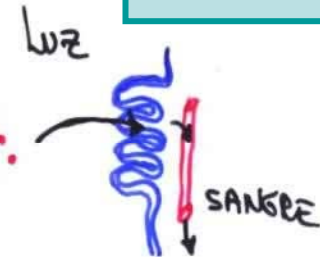


S +

DIGESTIÓN

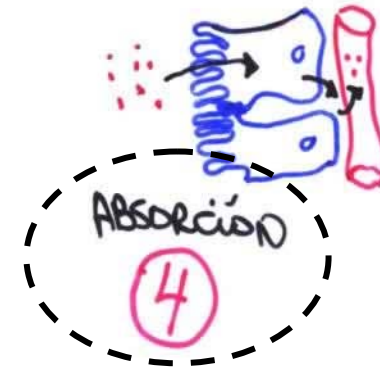
③

PARTE MEDIA



Luz

SANGRE



ABSORCIÓN

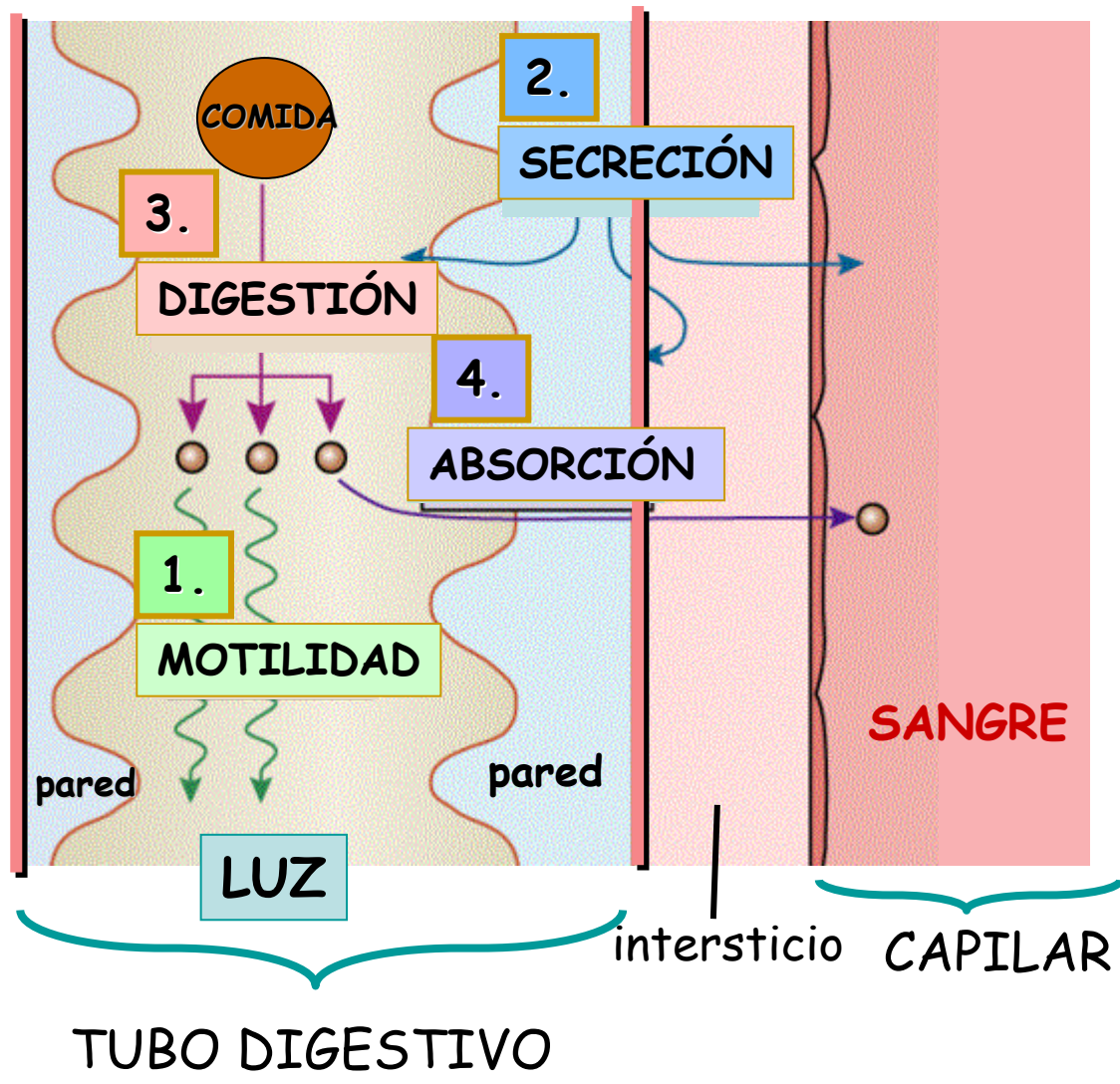
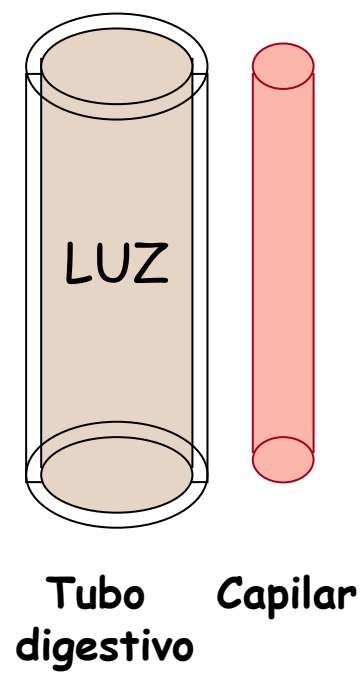
④

pp

I INTRODUCCIÓN

FUNCIONES

FUNCIÓN DIGESTIVA





FUNCIONES

- MOTILIDAD
- SECRECIÓN
- DIGESTION
- ABSORCIÓN
- CIRCULACIÓN

+

CONTROL

Entre partes TGI

"CONVERSACIONES"

Entre partes y SNC



FUNCIONES

- MOTILIDAD
- SECRECIÓN
- DIGESTION
- ABSORCIÓN
- +
• CIRCULACIÓN

+

CONTROL

Entre partes TGI

"CONVERSACIONES"

Entre partes y SNC

CONTROL

- **MENSAJES ELECTROQUÍMICOS**

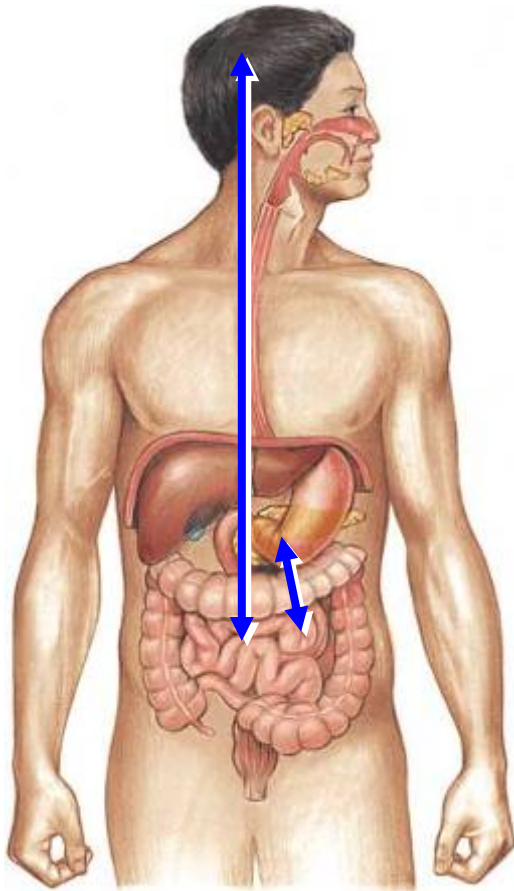
SN ENTÉRICO
SN AUTÓNOMO

- **MENSAJES HUMORALES**

SE ENTÉRICO
SE GENERAL
S. INMUNE ENTÉRICO



CONTROL NEURO-HUMORAL



"Conversaciones"

"oigo ruido en la cocina, comienza a producir secreciones"

Cerebro → Tubo GI

"prepárate, acabo de recibir mucha comida"

Estómago → Intestino

"no me mandes más comida hasta que termine con lo que tengo"

Intestino → Estómago

Trataremos de contestar...

¿por qué los bebés evacúan después del tetero?

¿cómo se eliminan los "ruidos de hambre"?

¿por qué se seca la boca si me asusto?

¿por qué se distiende el abdomen si como caraoatas?

¿por qué la gente toma "sal de frutas"?

¿por qué se toma café al final de las comidas?

Etc., etc.....

II MORFOLOGÍA

1. PARTES TGI

2. ESTRUCTURA TUBO GI

Aparato digestivo

Tubo digestivo
+
Glándulas
accesorias

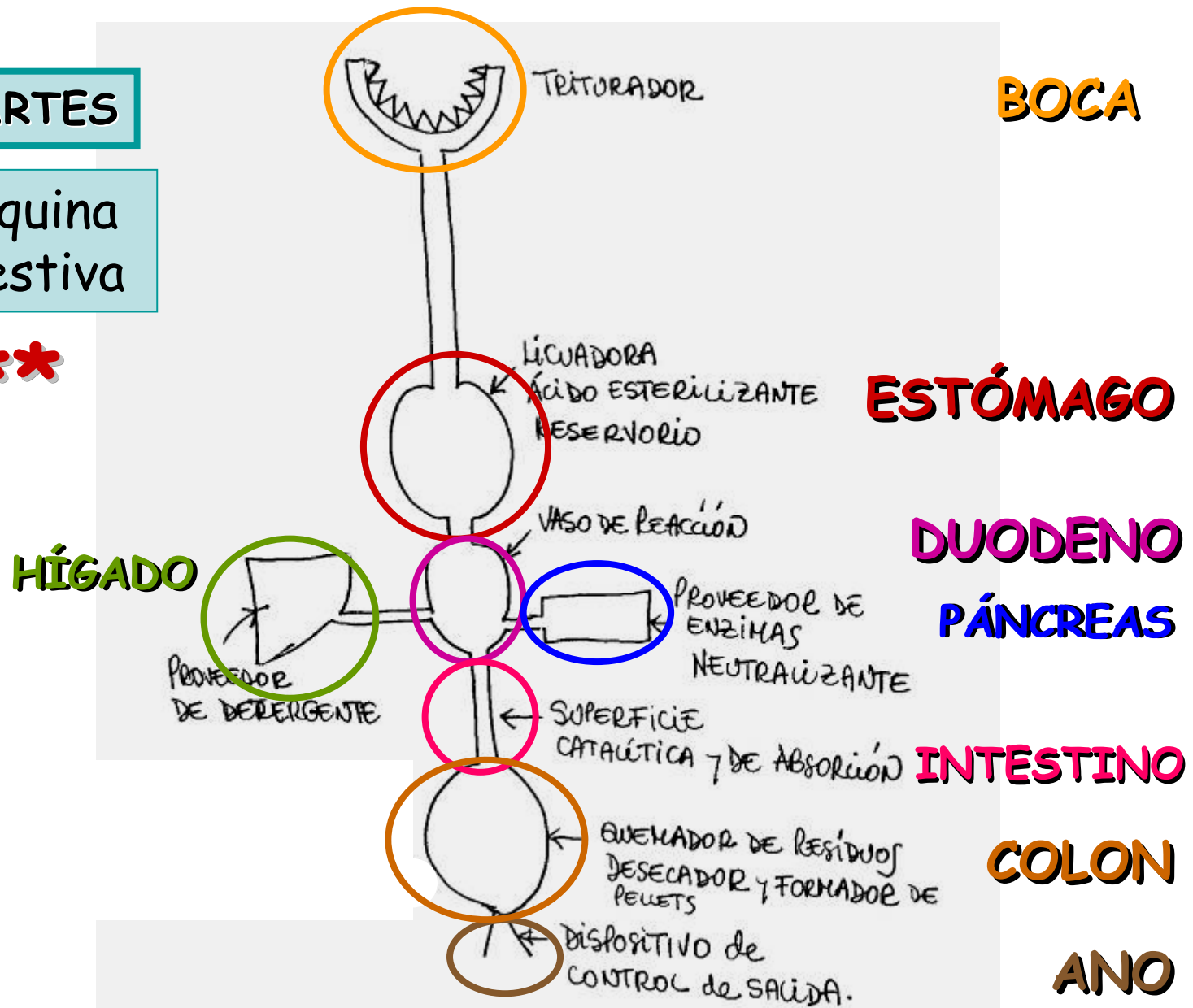


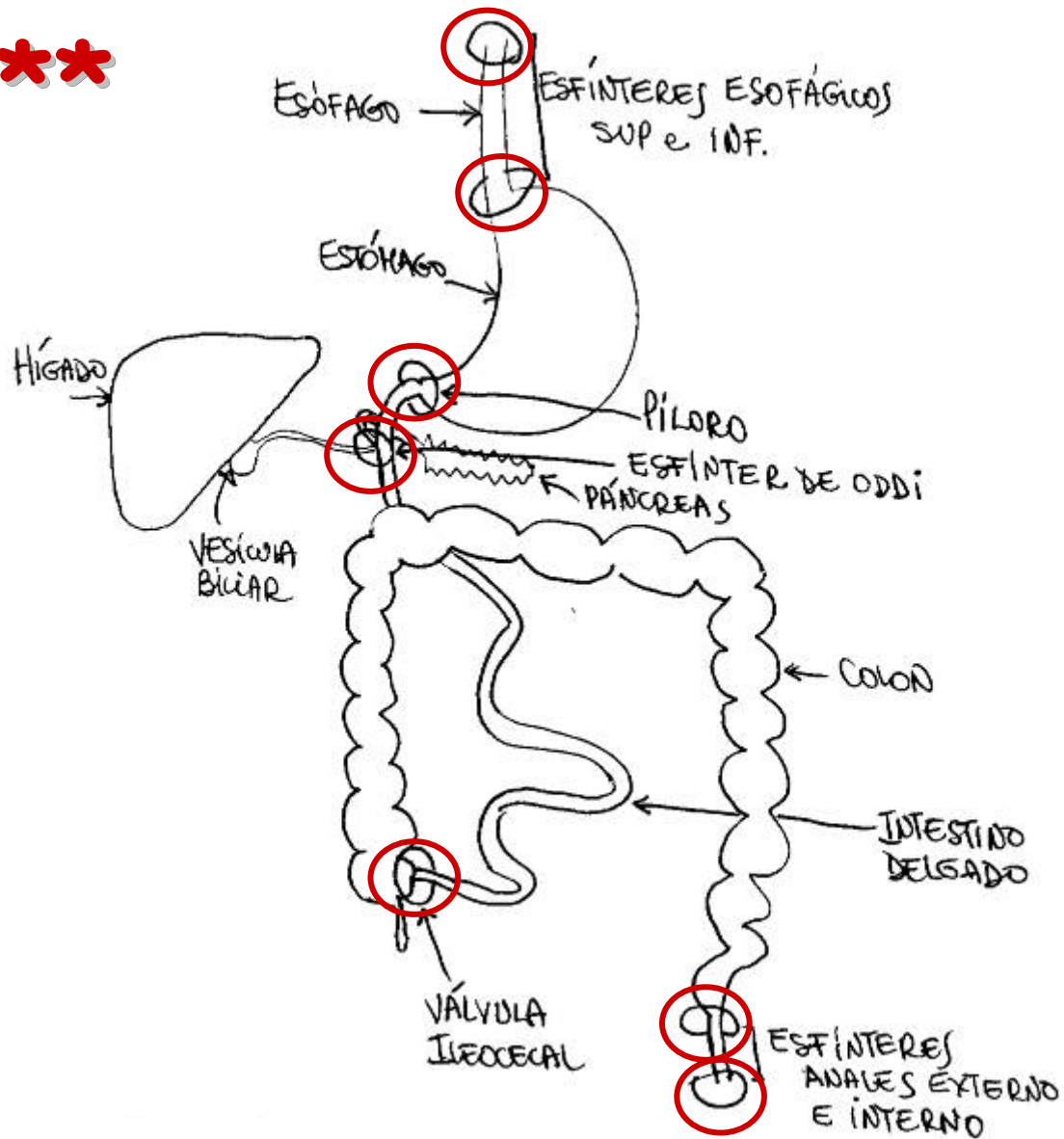
II MORFOLOGÍA

Boca-ano
+
Glándulas salivales
Hígado
Páncreas

1. PARTES

Máquina Digestiva



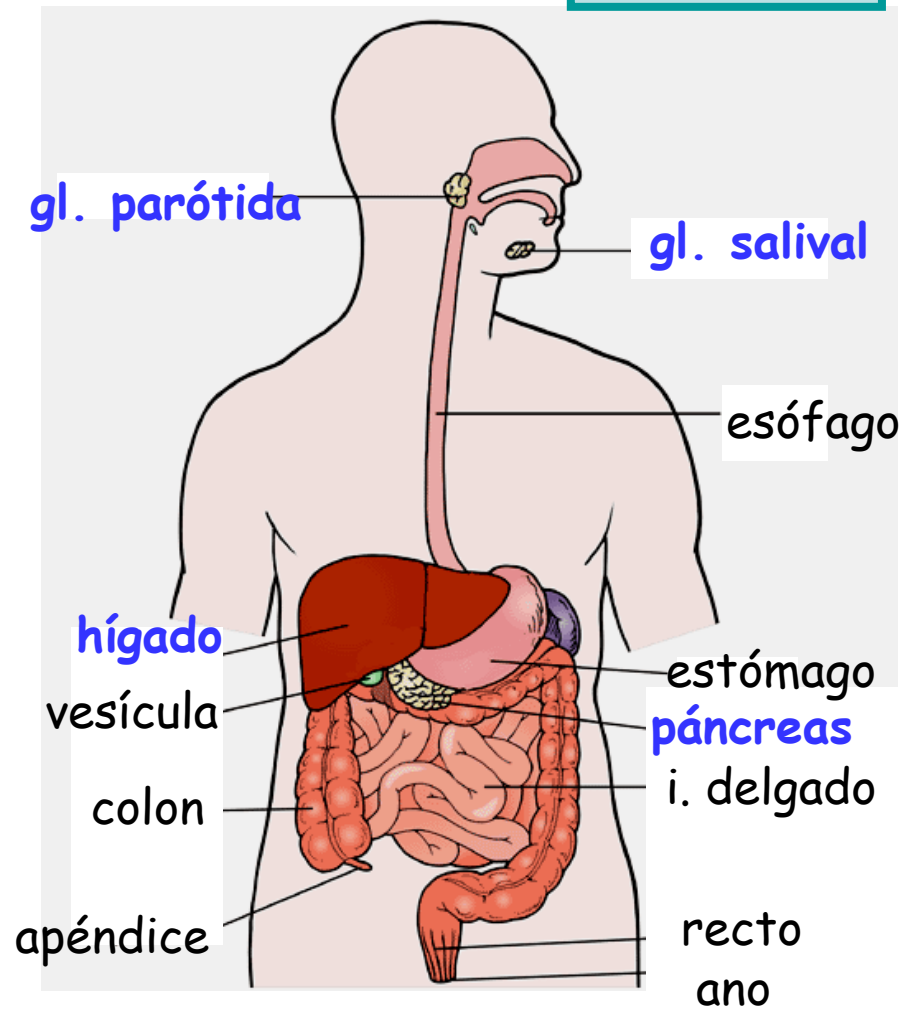
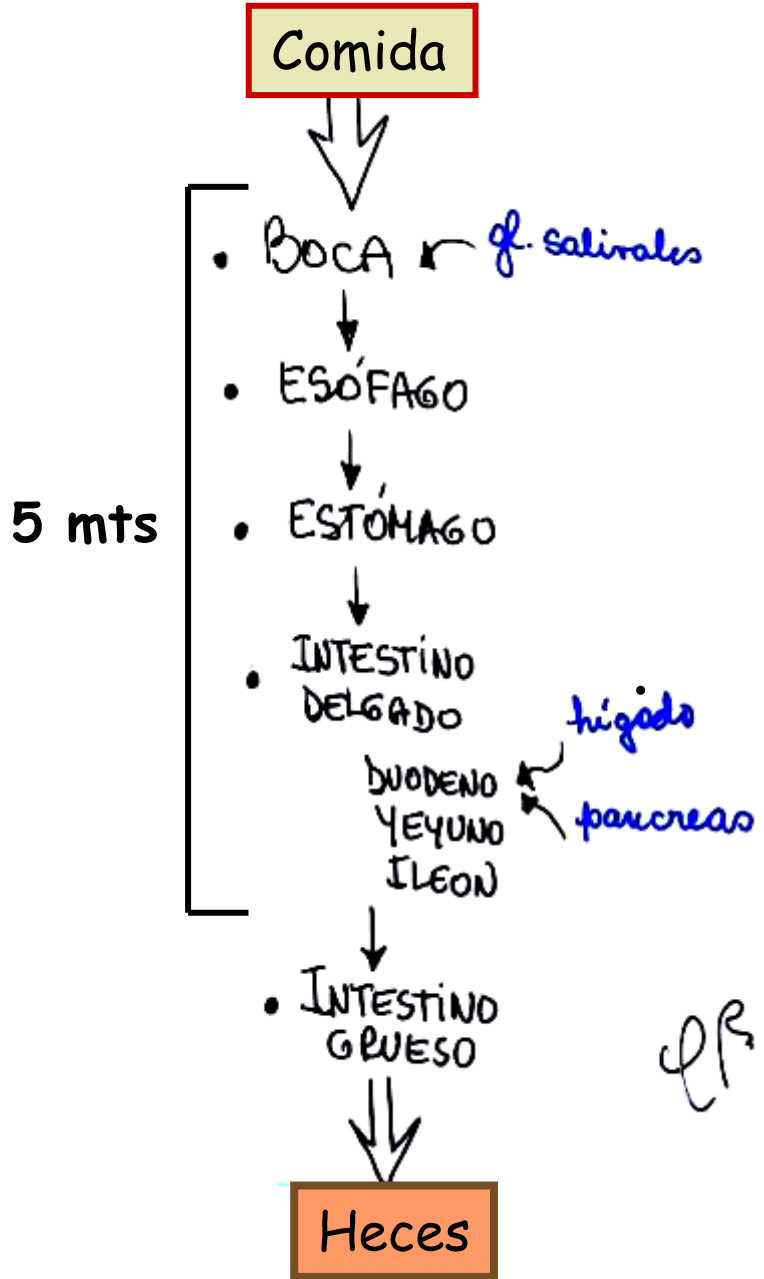


1. PARTES

División funcional en segmentos por esfínteres y válvulas

II MORFOLOGÍA

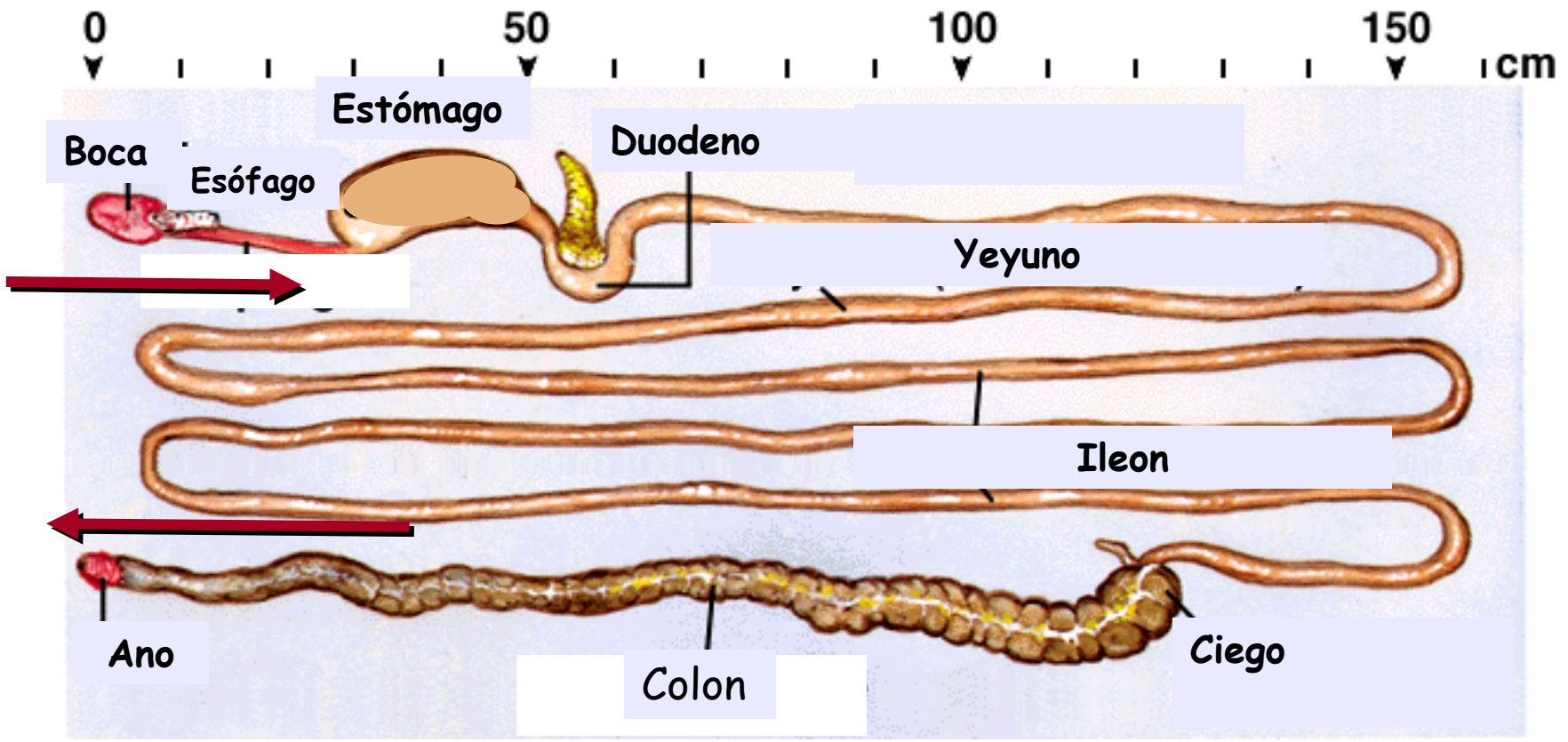
1. PARTES



1.PARTES

CANAL ALIMENTARIO

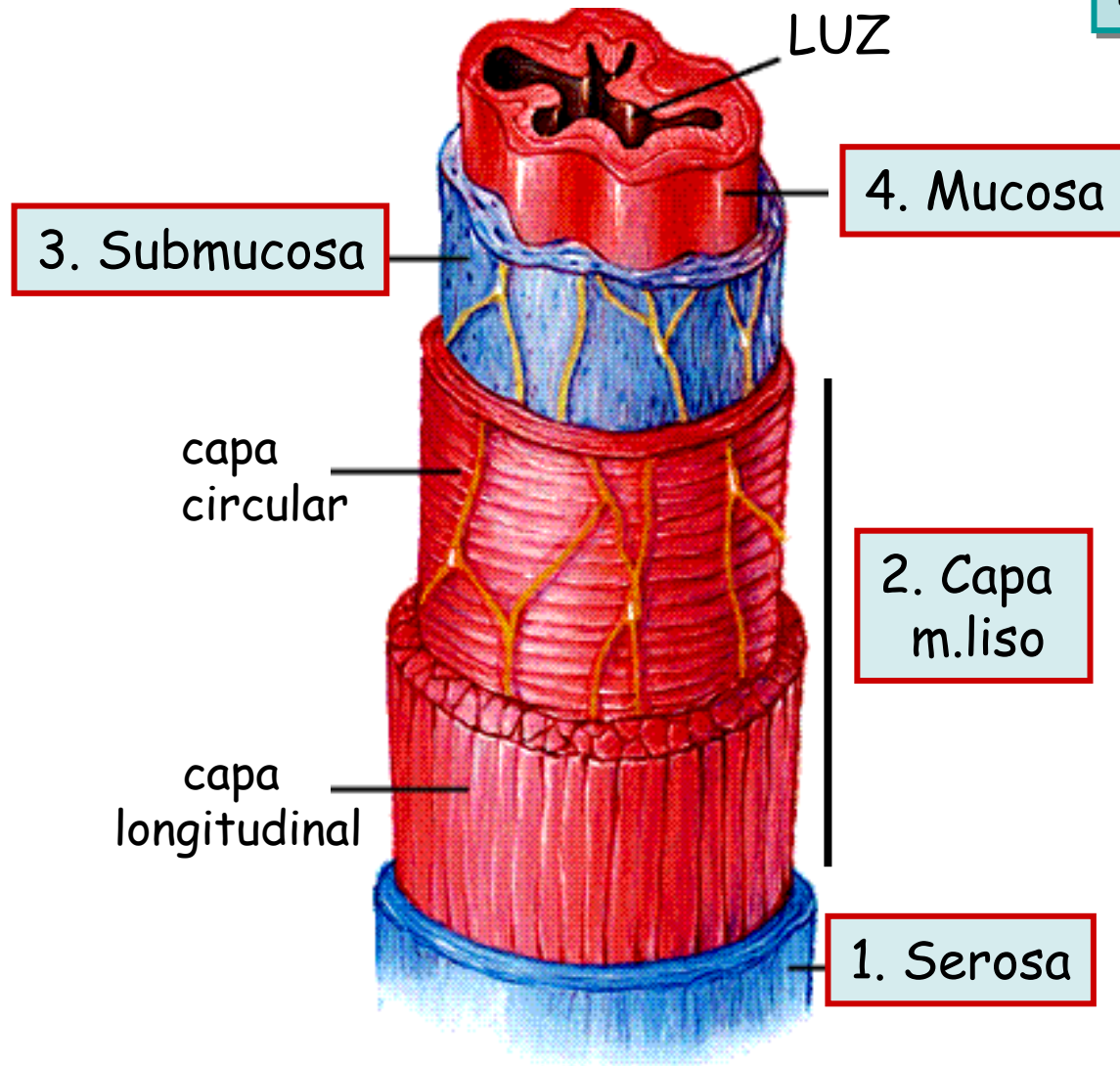
Tubo fibromuscular





II MORFOLOGÍA

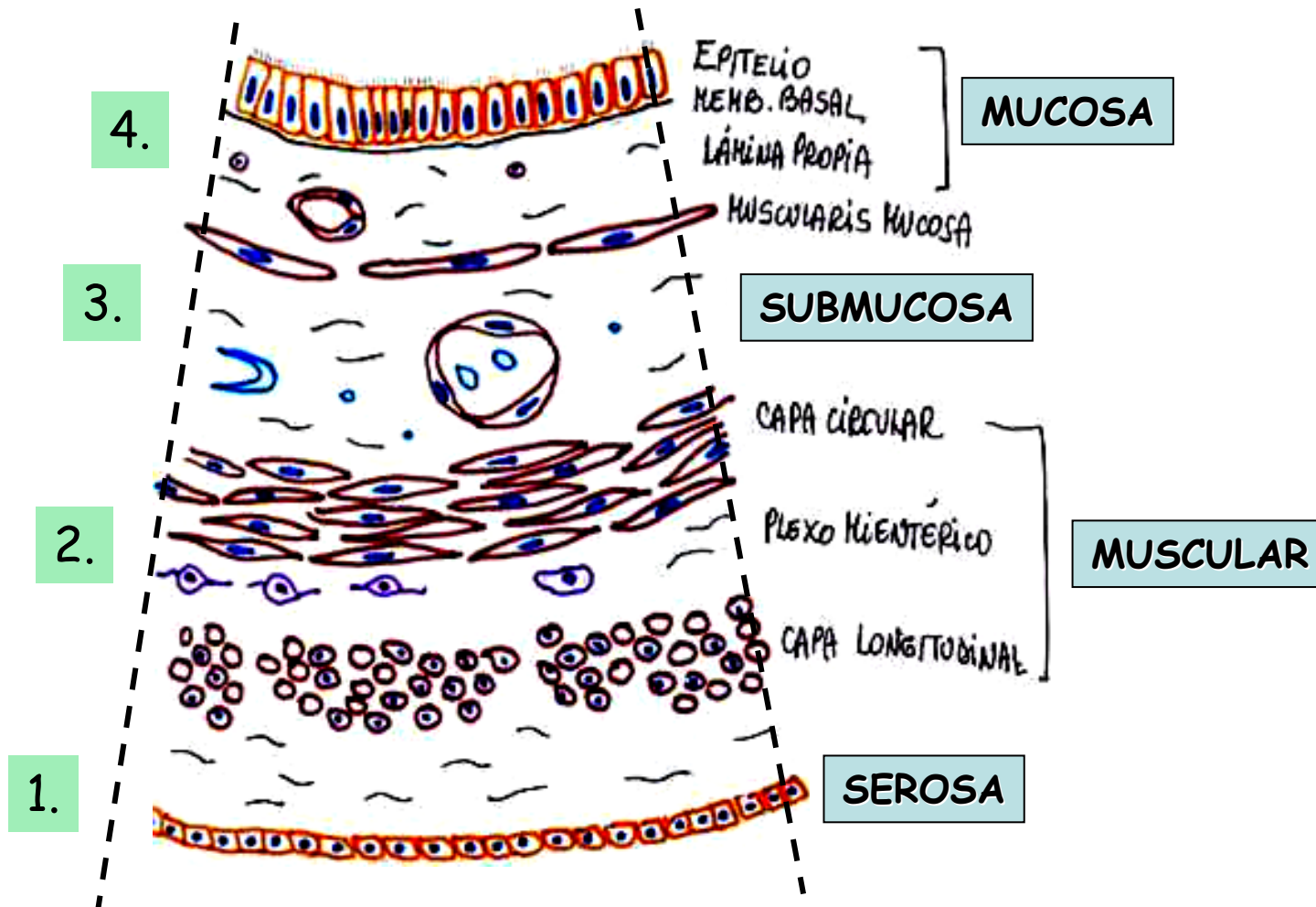
2. ESTRUCTURA





II MORFOLOGÍA

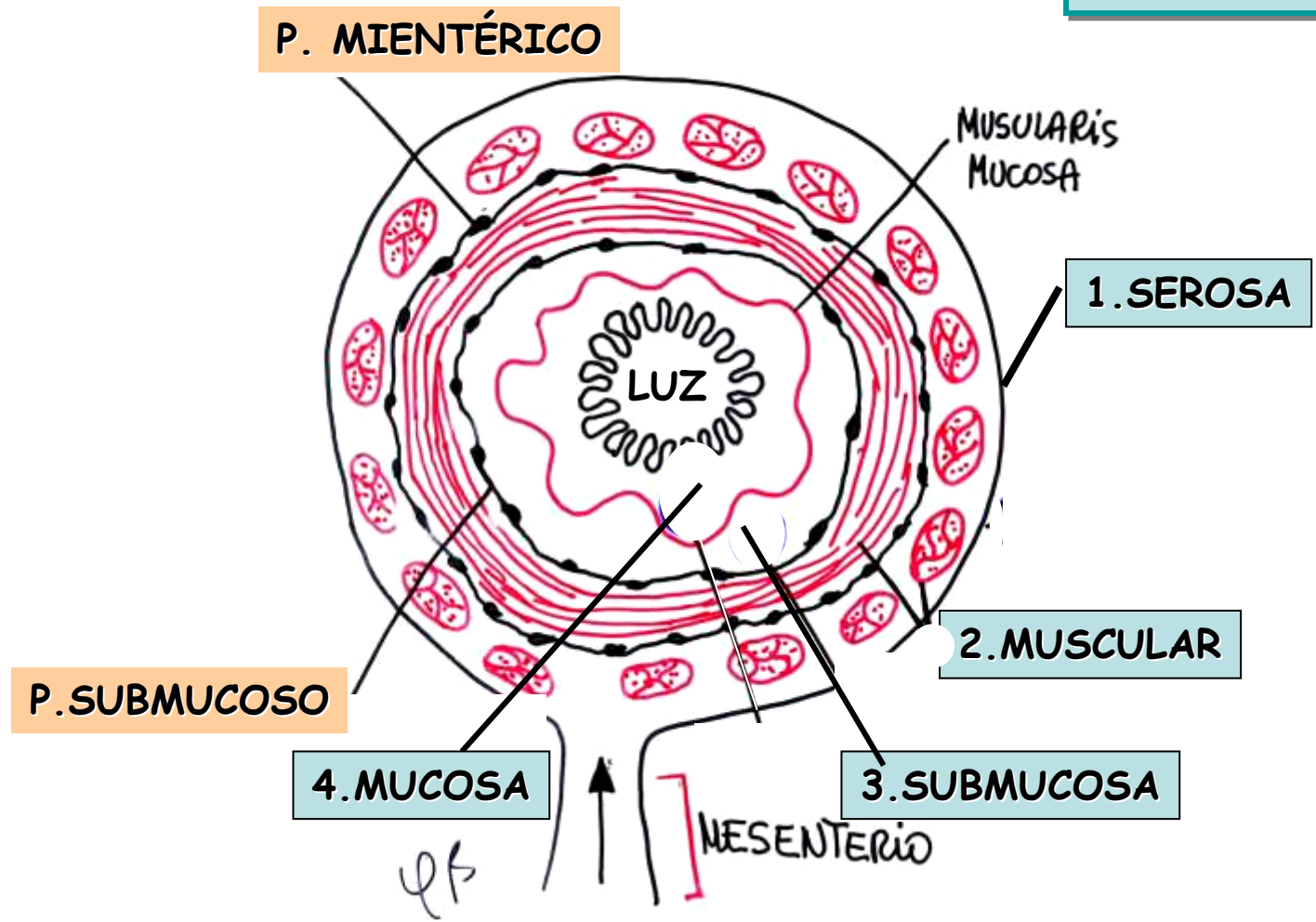
2. ESTRUCTURA





II MORFOLOGÍA

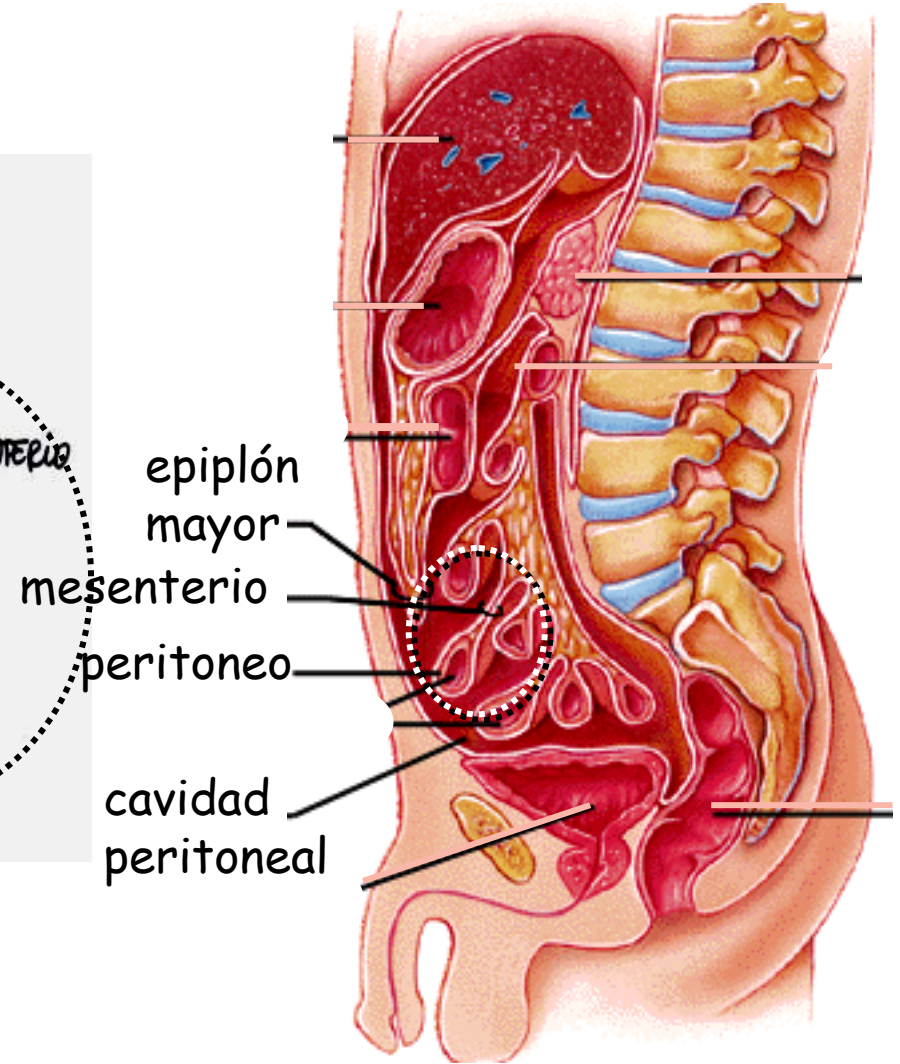
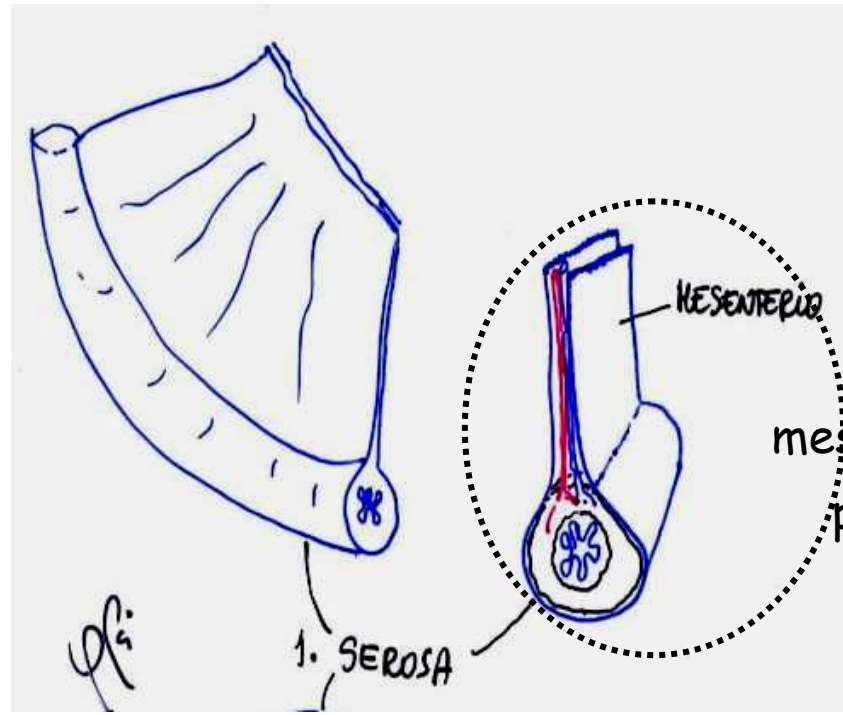
2. ESTRUCTURA



II MORFOLOGÍA

2. ESTRUCTURA

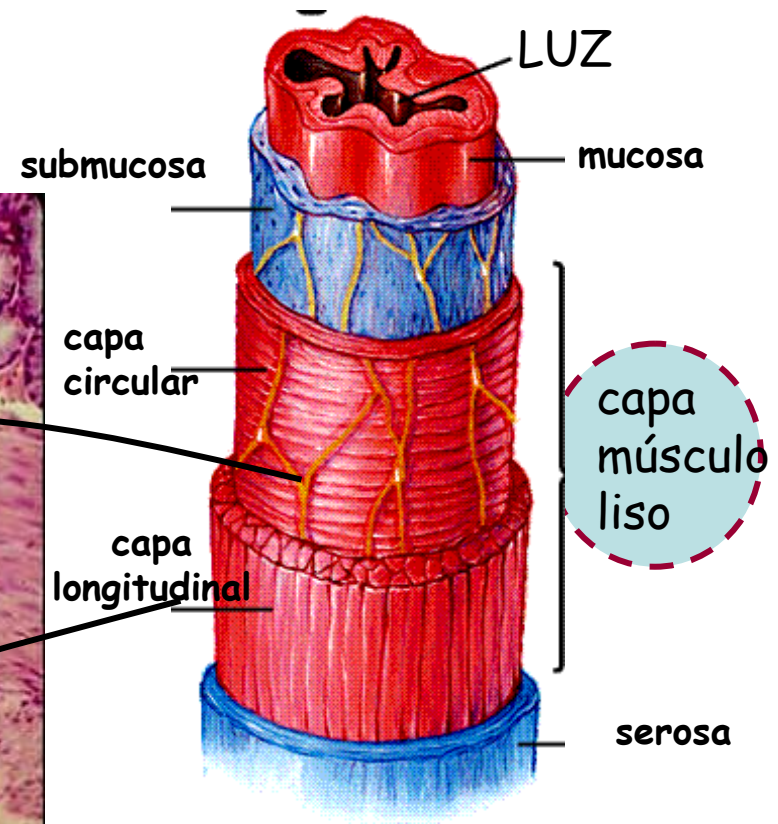
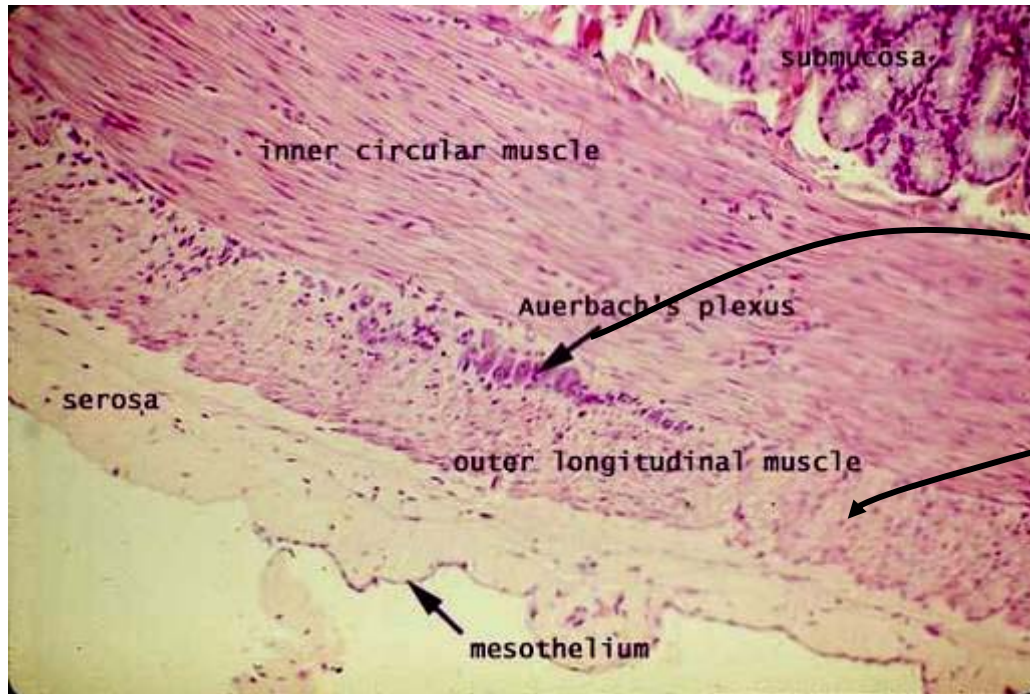
1. Serosa o adventicia



II MORFOLOGÍA

2. ESTRUCTURA

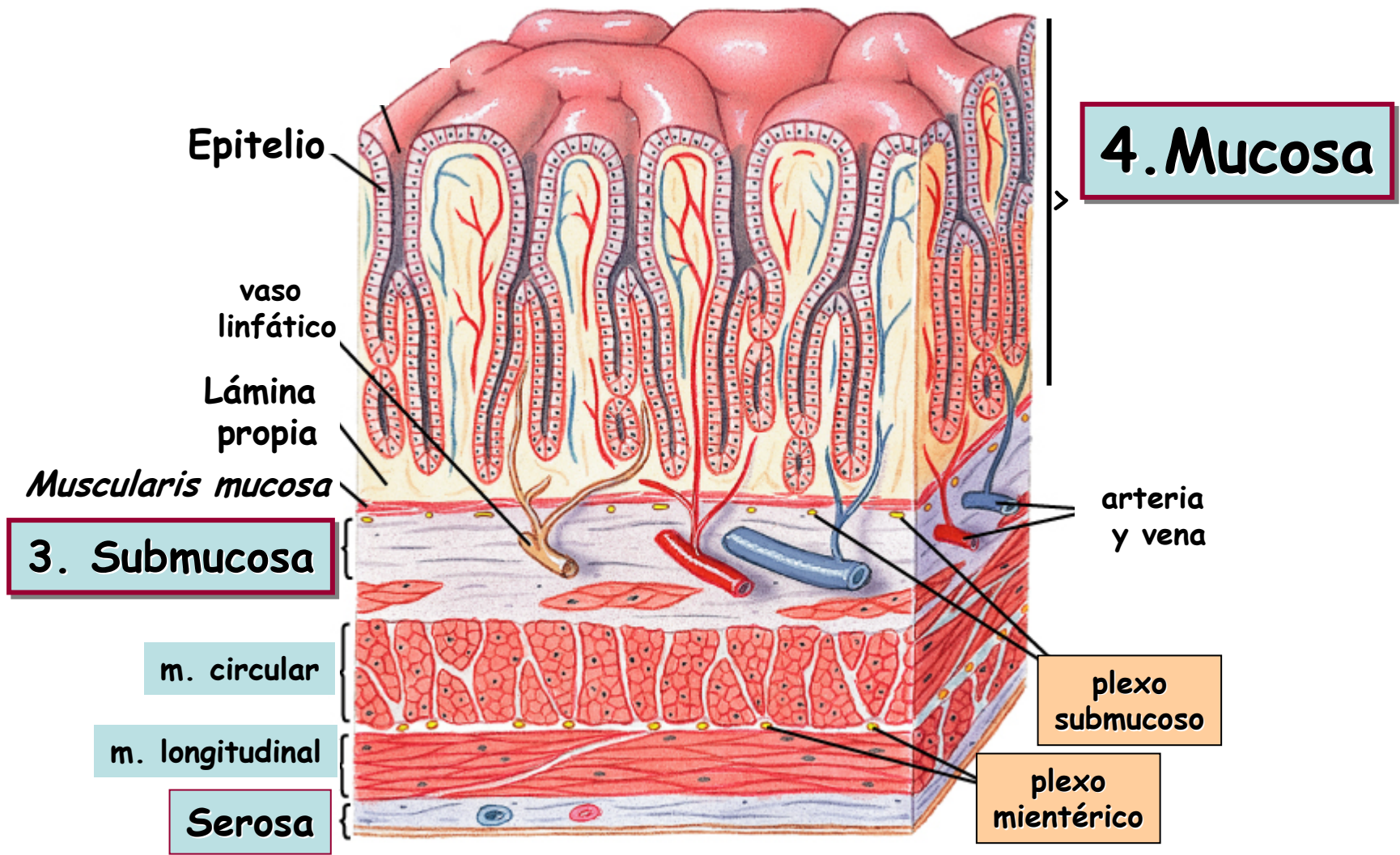
2. Músculo liso





LUZ

2. ESTRUCTURA



4. Mucosa



LUZ

2. ESTRUCTURA

Mucosa

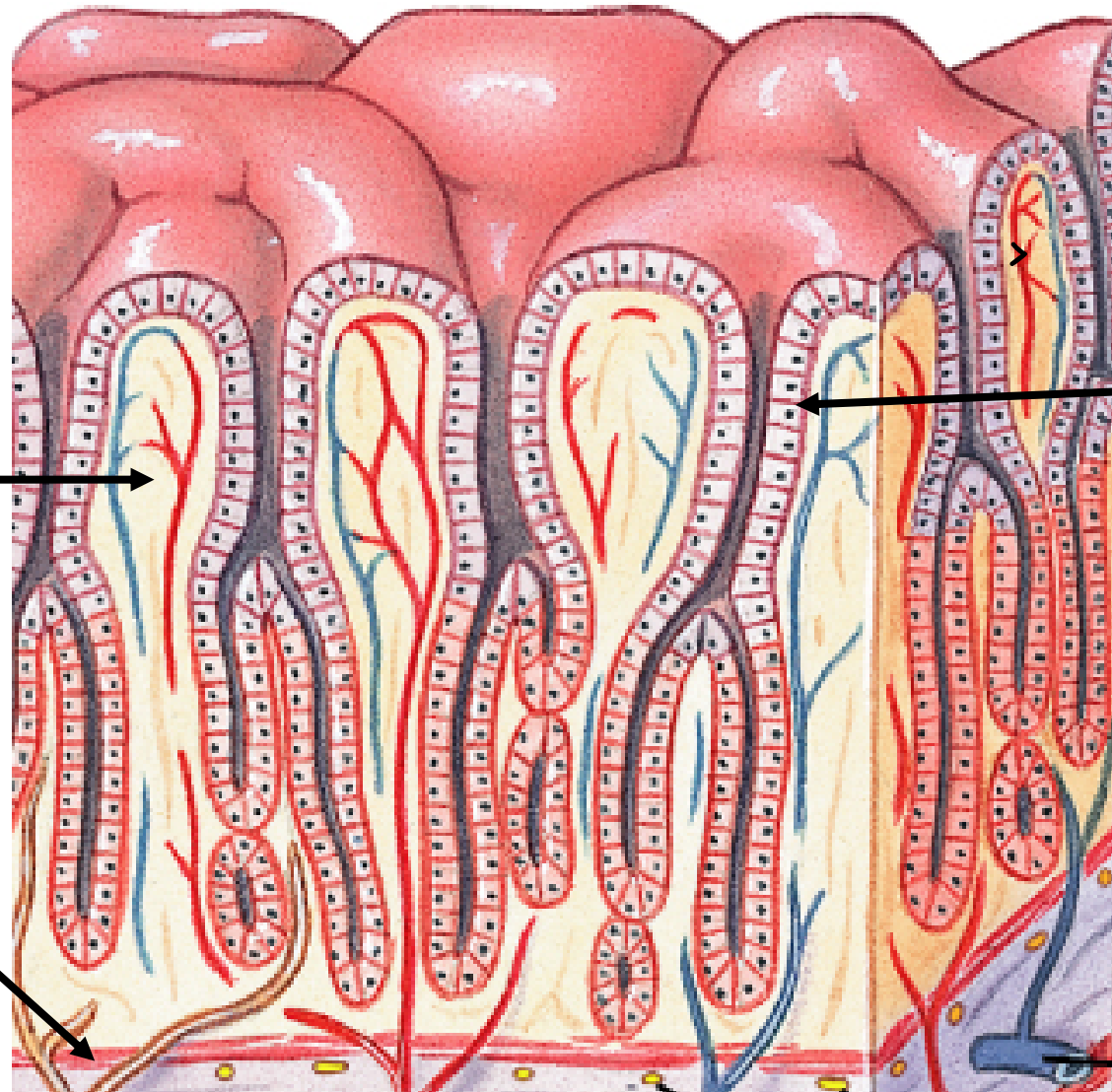


Lámina propia

Epitelio

- Barrera física
- Órgano secreción
- Órgano absorción
- Órgano inmune
- Órgano proliferación, diferenciación

Muscularis mucosa

III. MOTILIDAD

MÚSCULO LISO VISCERAL

1. Características
2. Vs. Músculo Esquelético
3. Actividad eléctrica
4. Actividad contráctil

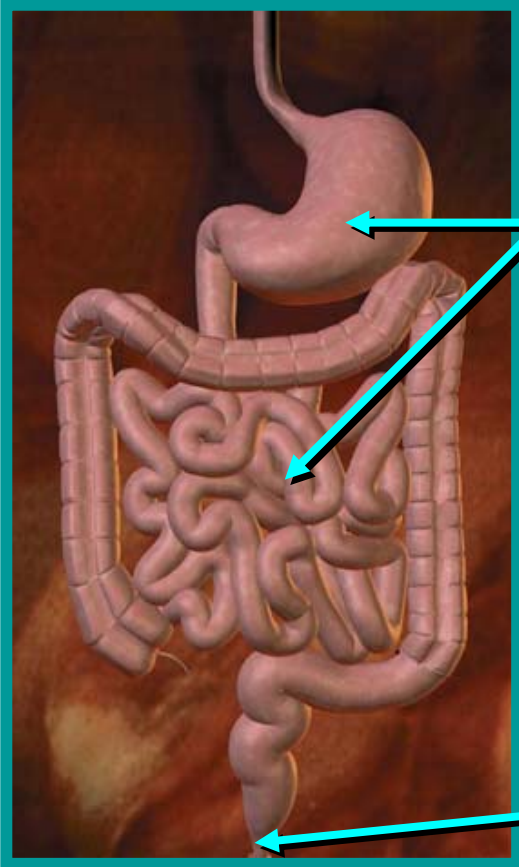
III. MOTILIDAD



- * M. esquelético estriado voluntario:
Faringe,
1/3 superior del esófago
Esfínter anal externo
- * M. LISO visceral:
1/3 inferior esófago a recto
- * Mixto:
1/3 medio del esófago

III. MOTILIDAD

Músculo LISO



Contracciones FÁSICAS
Periódicas con relajación
Esófago, antro, intestino delgado

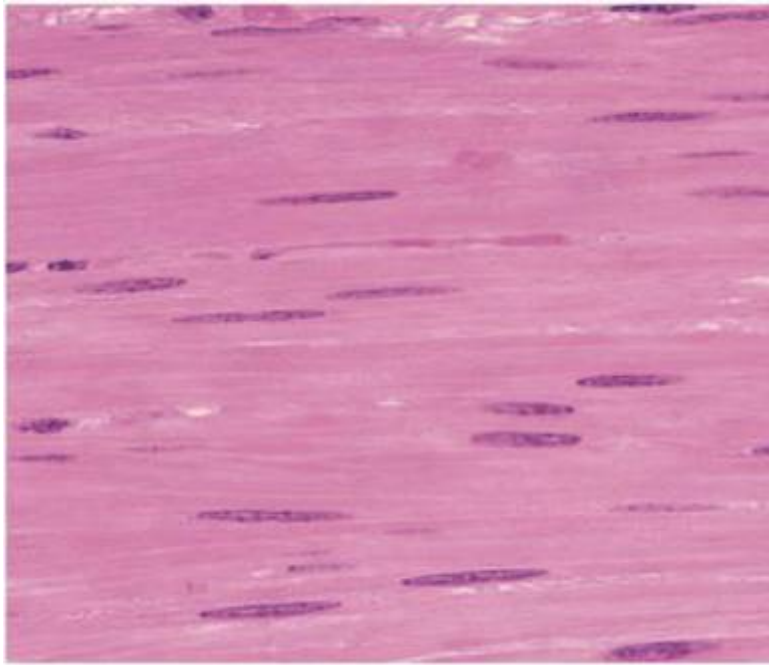
Contracciones TÓNICAS
Constantes o TONO sin relajación
Esófago inf., Estómago sup.,
Esf. anal interno



MÚSCULO
LISO VISCERAL

M. LISO

Características



No estriaciones
No organizado
en sarcómeras

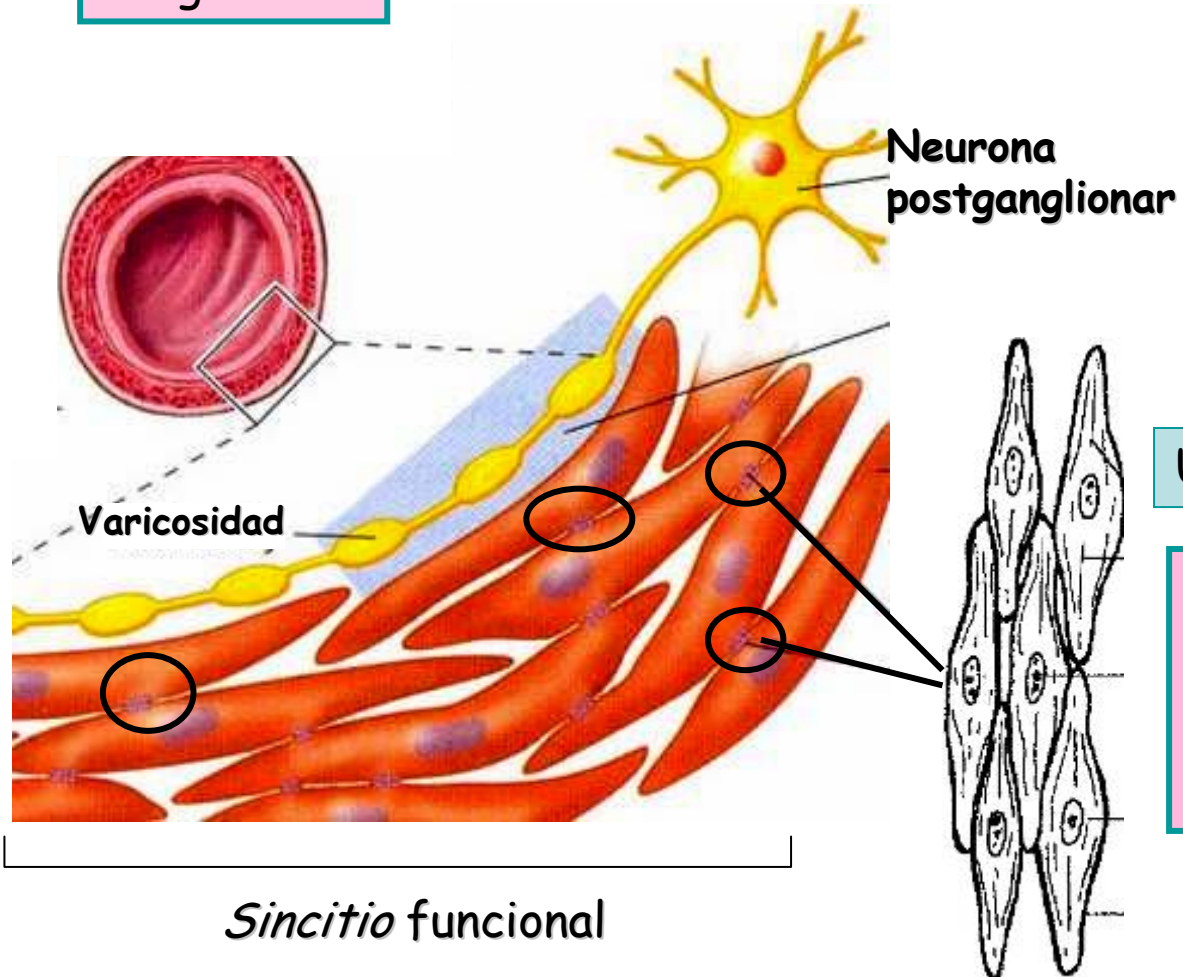
Fibras 200-500 μm
delgadas \times 2-5 μm
y cortas



MÚSCULO
UNITARIO
miogénico

M. LISO

Características



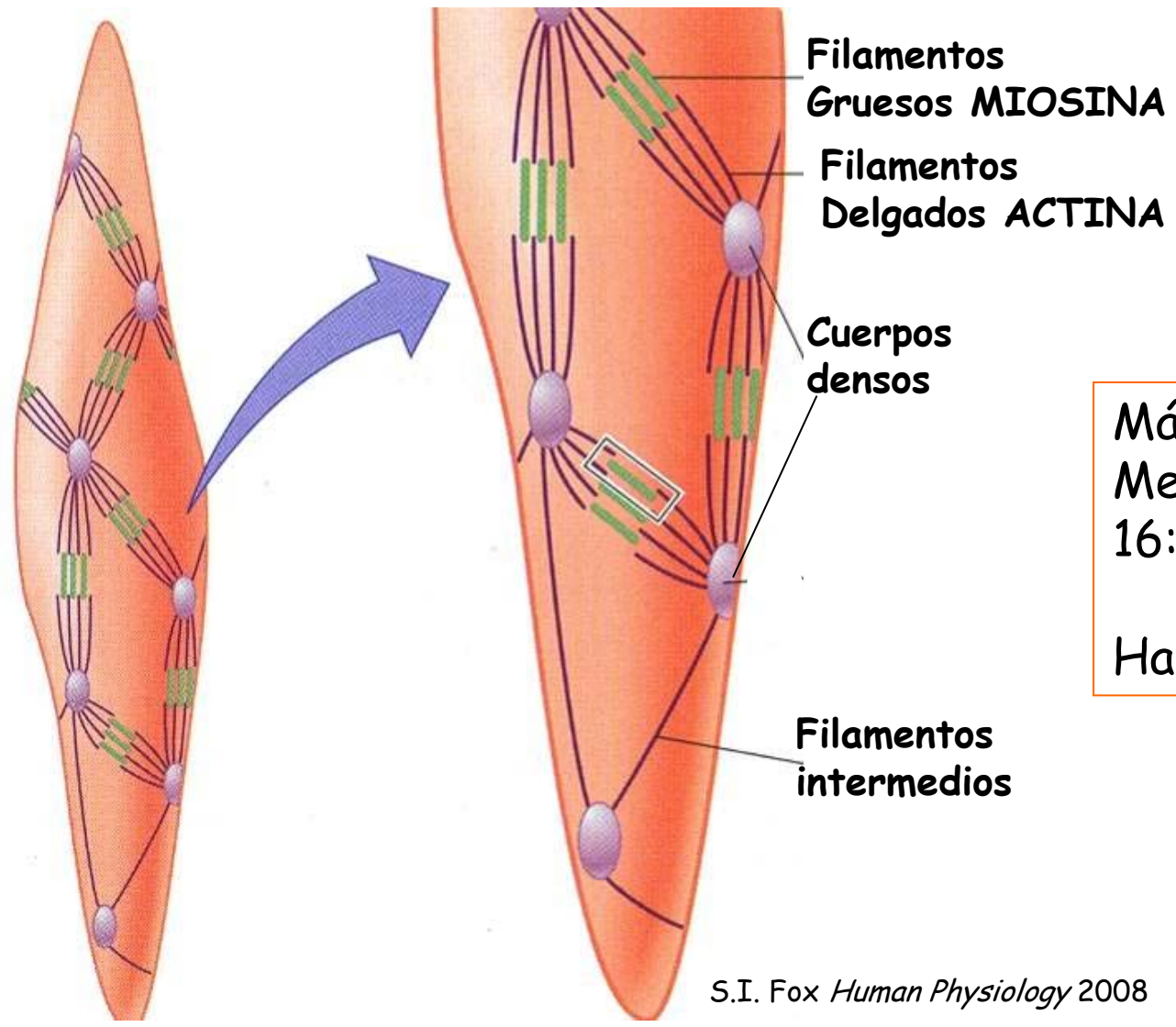
Sincitio
lat. sin: uno

Uniones gap

- *Sincronía act. eléctrica
- *Sincronía act. contráctil

M. LISO

ESTRUCTURA



Más actina
Menos miosina
16:1

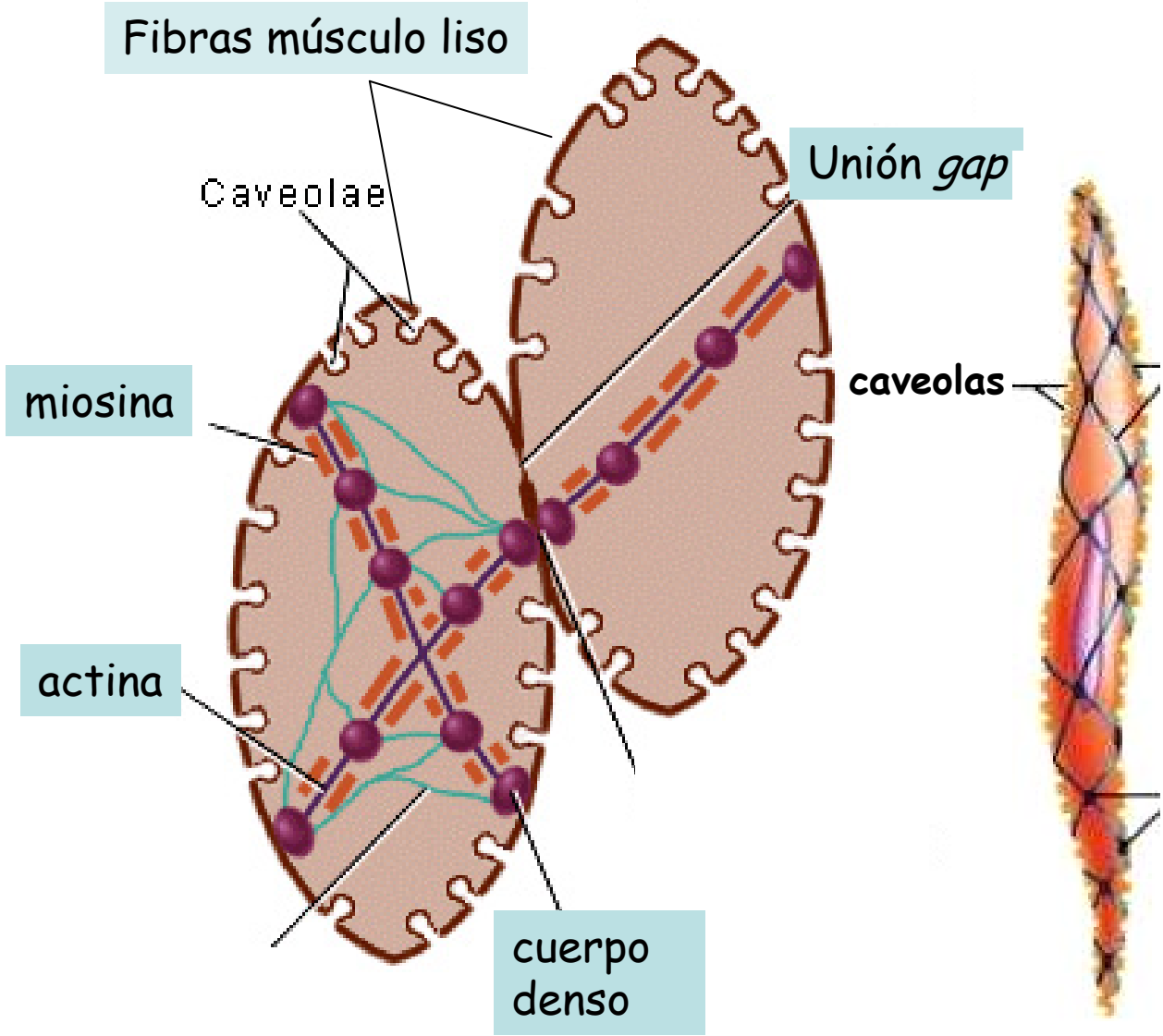
Haces oblicuos

S.I. Fox *Human Physiology* 2008

III MOTILIDAD

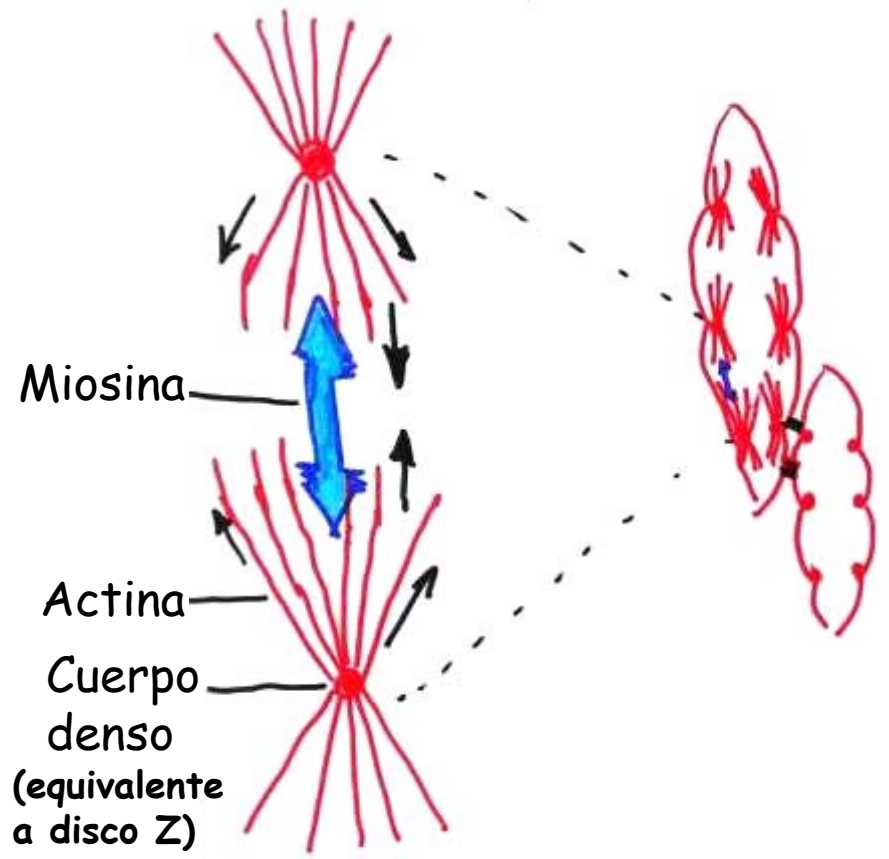
M. LISO

Estructura



Caveolas:
lípidos endocitan
sustancias

Unidad contráctil

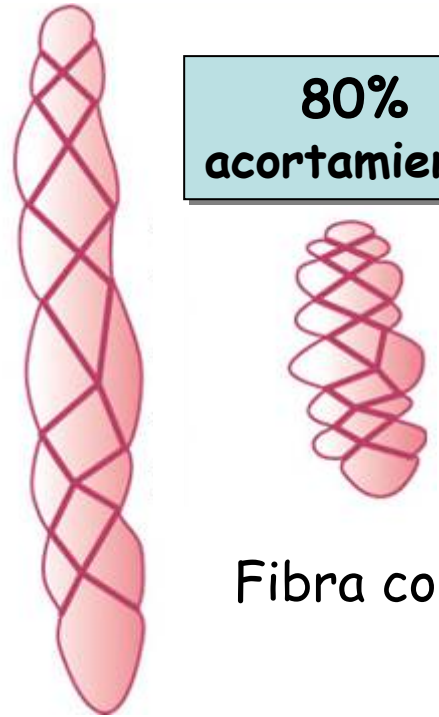


III MOTILIDAD

M. LISO

Estructura

80%
acortamiento

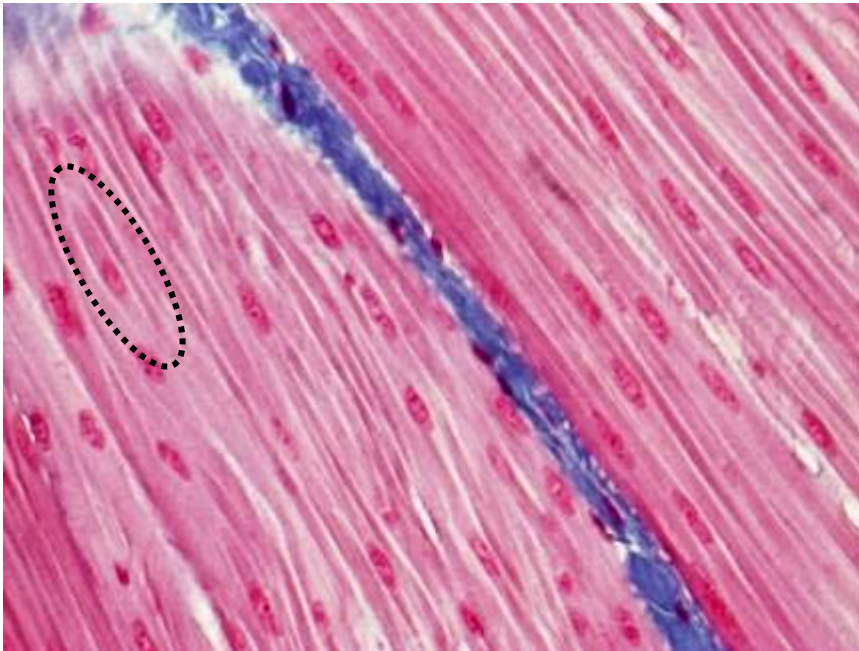


Fibra contraída

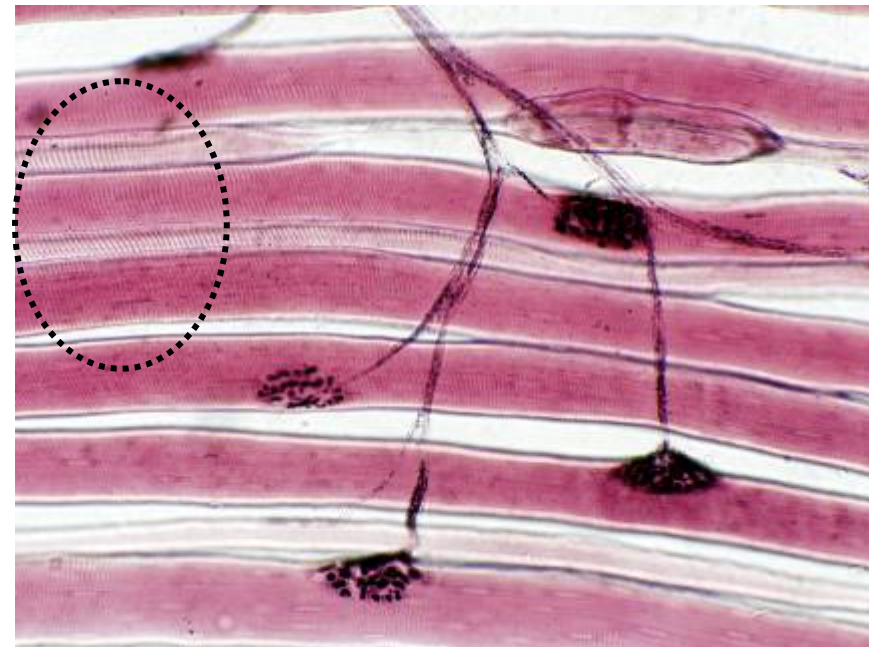
Fibra relajada

III MOTILIDAD

DIFERENCIAS Anatomo-funcionales con m. esquelético



Músculo liso visceral



Músculo estriado esquelético

M. esquelético

vs.

M. LISO

- Estriado, actina y miosina dispuestas en sarcómeras
 - Retículo sarcoplásmico y túbulos transversos bien desarrollados
 - Hay troponina en filamentos delgados
 - Ca^{++} se libera al citoplasma desde el retículo sarcoplásmico
 - No se contrae sin inervación
 - Las fibras se estimulan independientemente; no hay uniones gap
- No Estriado, no hay sarcómeras más actina que miosina; actina insertada en cuerpos densos
 - Pobre desarrollo retículo sarcoplásmico No hay túbulos transversos
 - No hay troponina, contiene calmodulina que con el Ca^{++} activa la kinasa de la cadena ligera de miosina
 - Ca^{++} entra al citoplasma desde exterior, retículo sarcoplásmico y mitocondrias
 - Mantiene tono en ausencia de inervación
 - Hay uniones gap, sincitio funcional

S.I. Fox *Human Physiology* 2008



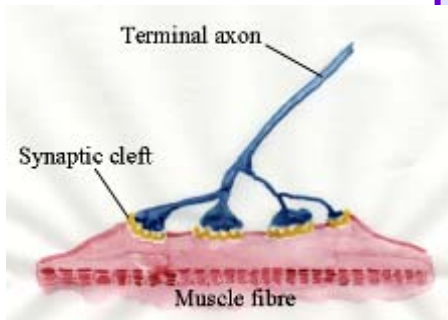
III MOTILIDAD

DIFERENCIAS Anatomo-funcionales

M. esquelético

vs.

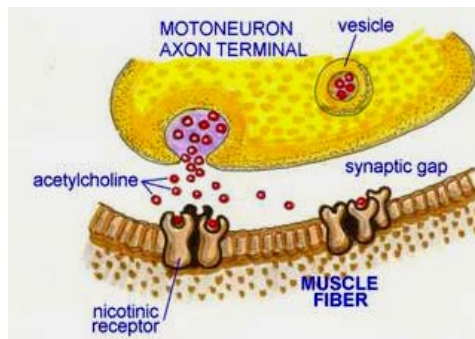
M. LISO



Inervación
SN somático

Sinapsis
Directa PNM
ACh R. Nicotínico

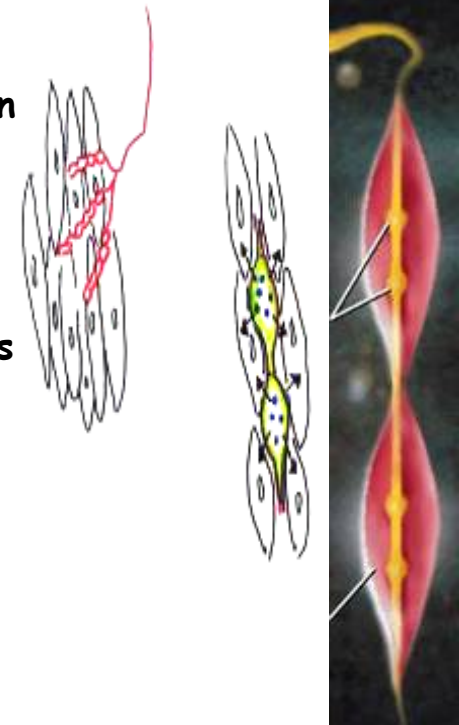
PA-contracción
Muy rápidos



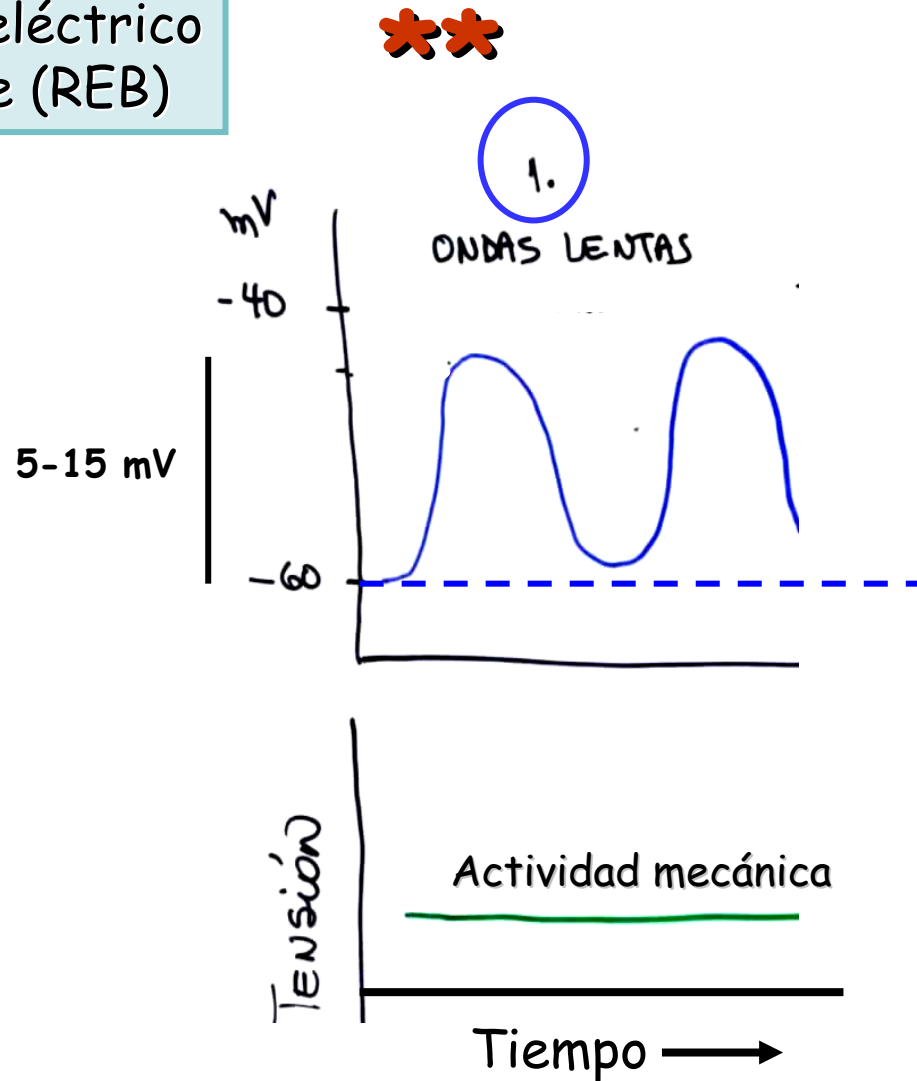
Inervación
No necesita inervación
extrínseca

Sinapsis
Difusa SNA
Múltiples transmisores
Y receptores

PA-contracción
Actividad eléctrica
y contráctil lentas



Rítmico eléctrico de base (REB)



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD ELÉCTRICA

No hay Potencial Reposo verdadero

Entrada de calcio
Despolarización

Salida de potasio
Repolarización



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD ELÉCTRICA

Ondas lentas o REB

1. Es actividad intrínseca
No depende de estímulo externo
Apertura cíclica de canales de Ca^{++}
2. Barren a lo largo del TGI gracias a uniones *GAP*
3. La frecuencia varía según segmento y eso determina la frecuencia de PA y de contracción



III MOTILIDAD

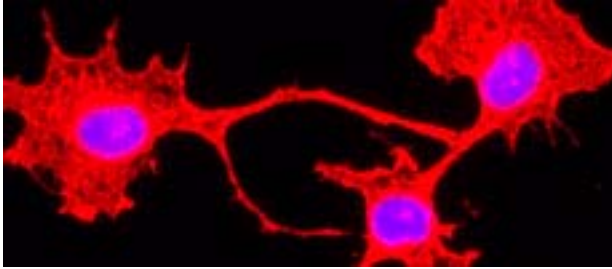
ACTIVIDAD ELÉCTRICA

Ondas lentas o REB

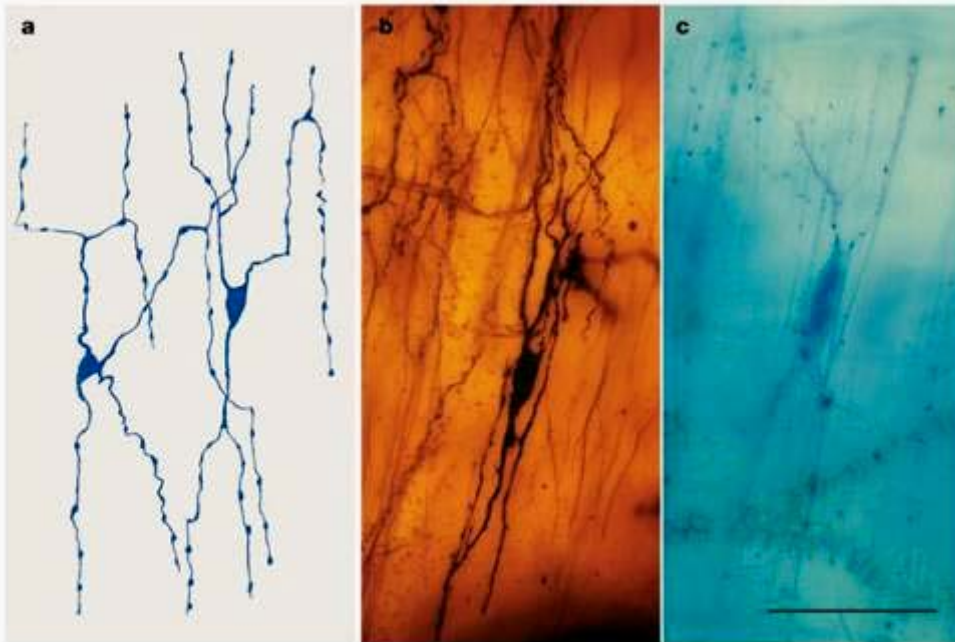
4. La frecuencia intrínseca no es influida por SN ni humoral pero si pueden modular frecuencia de PA y fuerza de contracción
5. No desencadena PA excepto en C. Marcapasos
6. Origen: C. Intersticiales de Cajal entre plexos mientéricos y músculo liso

MARCAPASOS

Frec. REB en cada segmento



C. Intersticiales
de Cajal
Plexos mientéricos

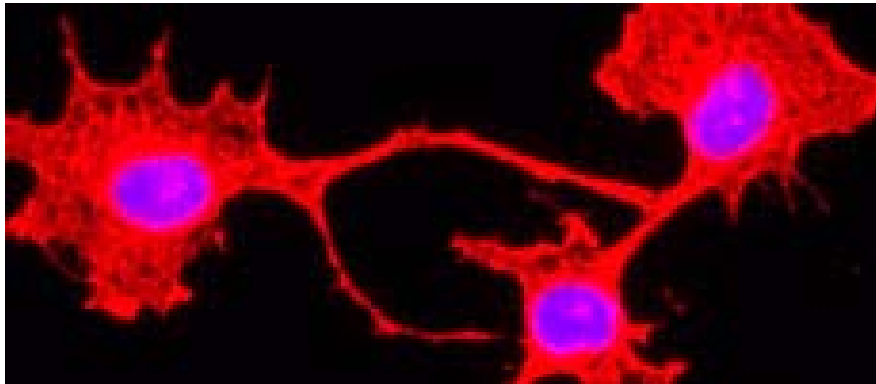


Copyright © 2005 Nature Publishing Group
Nature Reviews | Cancer



Ramón y Cajal
Nobel 1906

**Creyó que eran interneuronas
entre f. nerviosas y m. liso**



MARCAPASOS

Origen de
REB

Células
Intersticiales
de Cajal (CIC)

- CIC dirige frecuencia REB que determina frecuencia PA y contracción
- Oscilaciones entrada-salida Ca^{++} oscilaciones Vm en miocitos Su frecuencia y altura dan frecuencia y fuerza de contracción
- Mediador: monóxido de carbono (CO) señal regulada para controlar excitabilidad de m. liso!!

¡Descubrimiento
Serendipitoso!

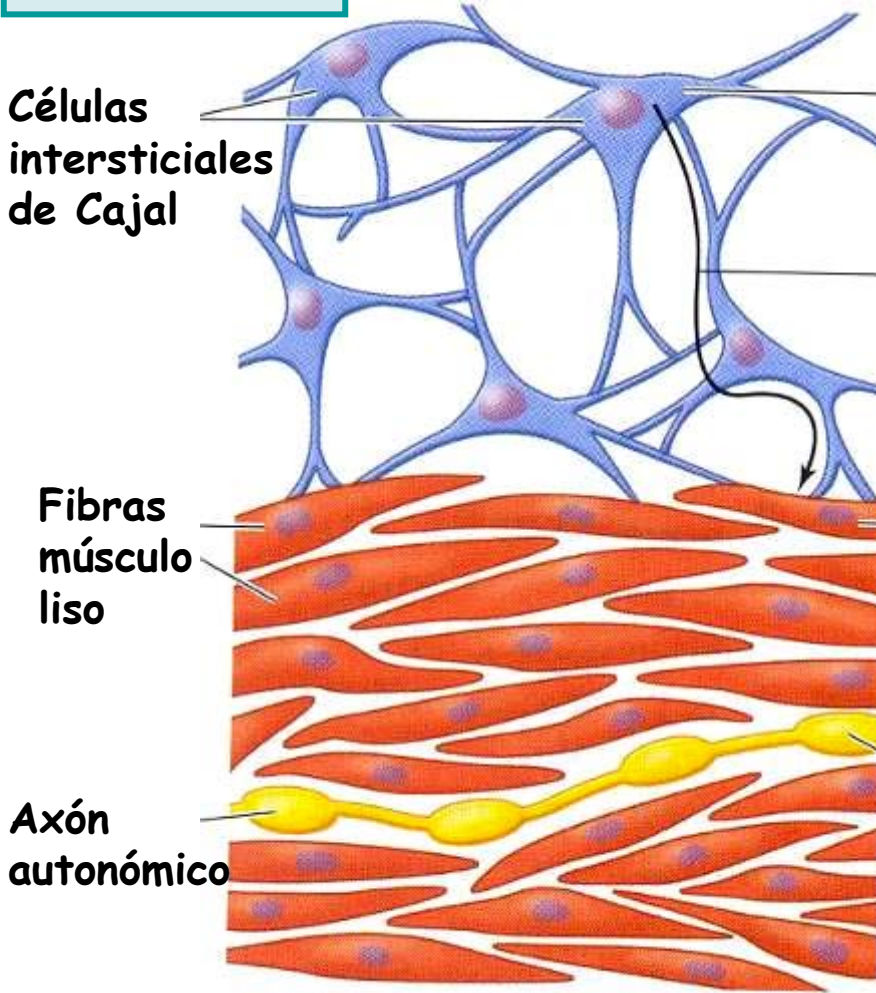
Estudio en ratones
receptores expresados
en CIC al eliminarlos
se alteró la motilidad!

<http://discoveryedge.mayo.edu/de07-2-digestive-szur/>

Origen de REB

Estructuras

Funciones



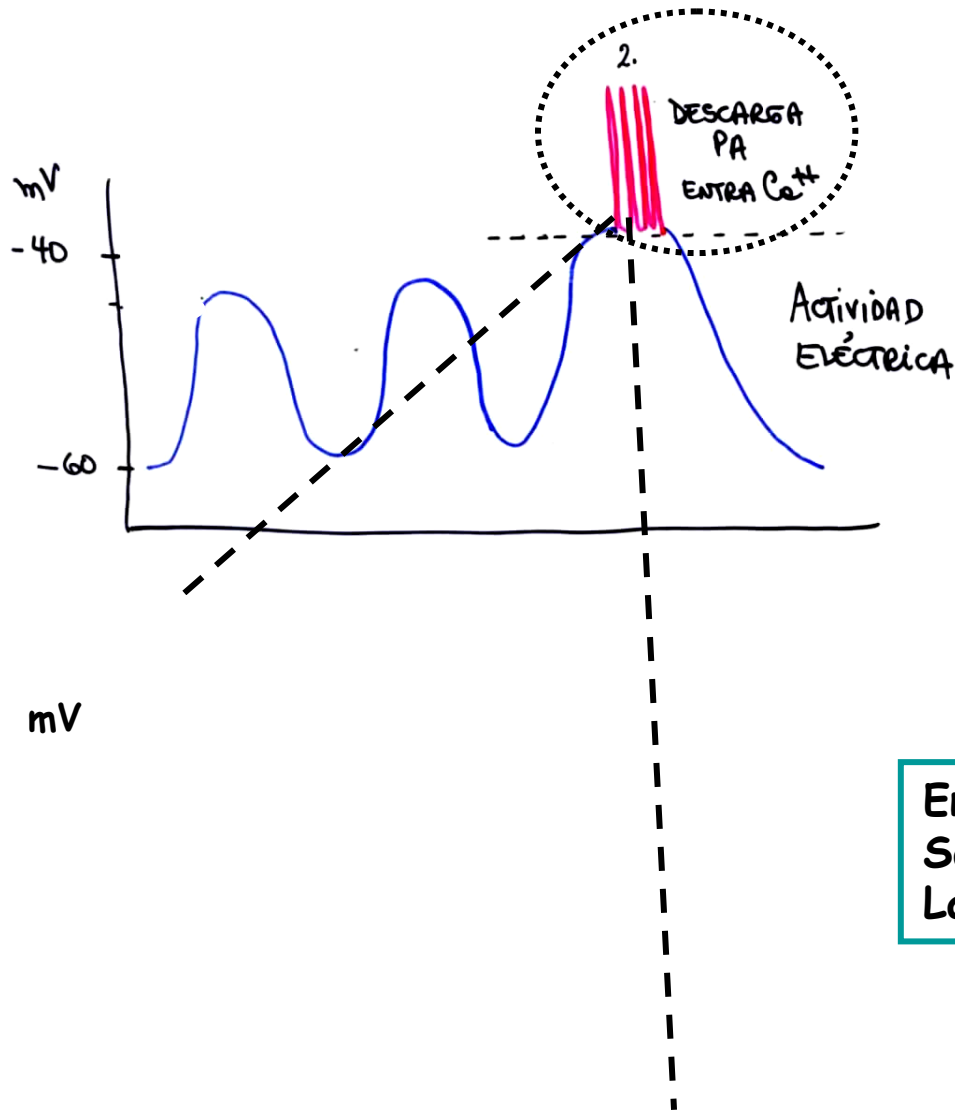
Producción de ondas lentas

Conducción de ondas lentas al músculo liso

Despolarización y apertura de canales de Ca^{++} , producción potenciales de acción en marcapasos

Entrada autonómica neural a c. Cajal y m. liso, modifica actividad intrínseca de c. Cajal y m. liso

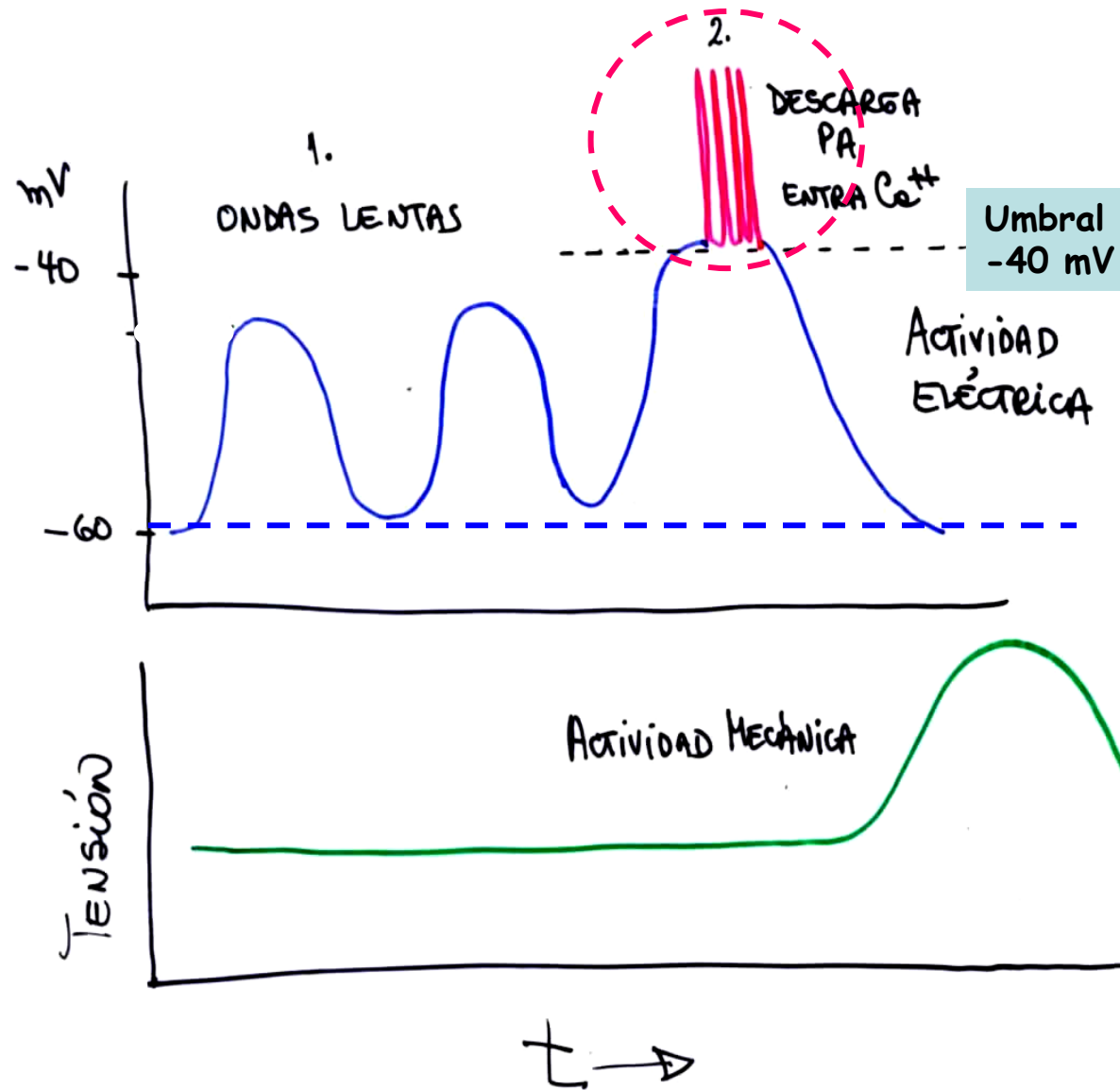
S.I. Fox *Human Physiology* 2008



ACTIVIDAD ELÉCTRICA

Potencial de acción

Entrada LENTA Ca^{++}
Salida de K^+
Larga duración



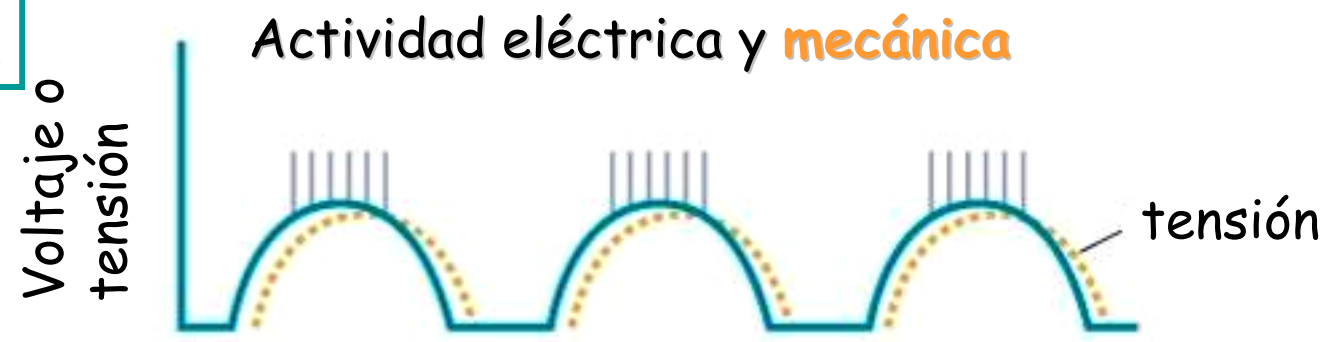
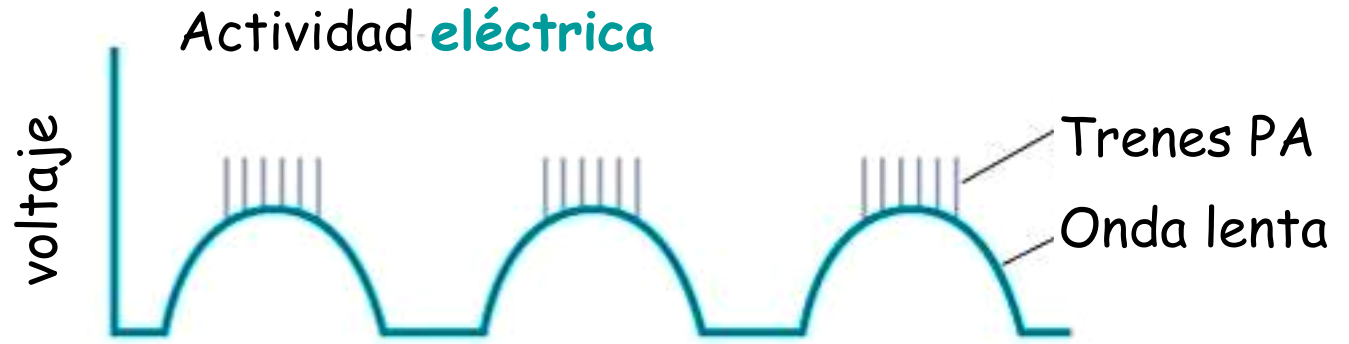
ACTIVIDAD ELÉCTRICA

Potencial de acción

ACTIVIDAD ELÉCTRICA



Frec. REB
↓
Frec. PA
↓
Frec. Contracción



© Elsevier. Costanzo: Physiology 3E www.studentconsult.com

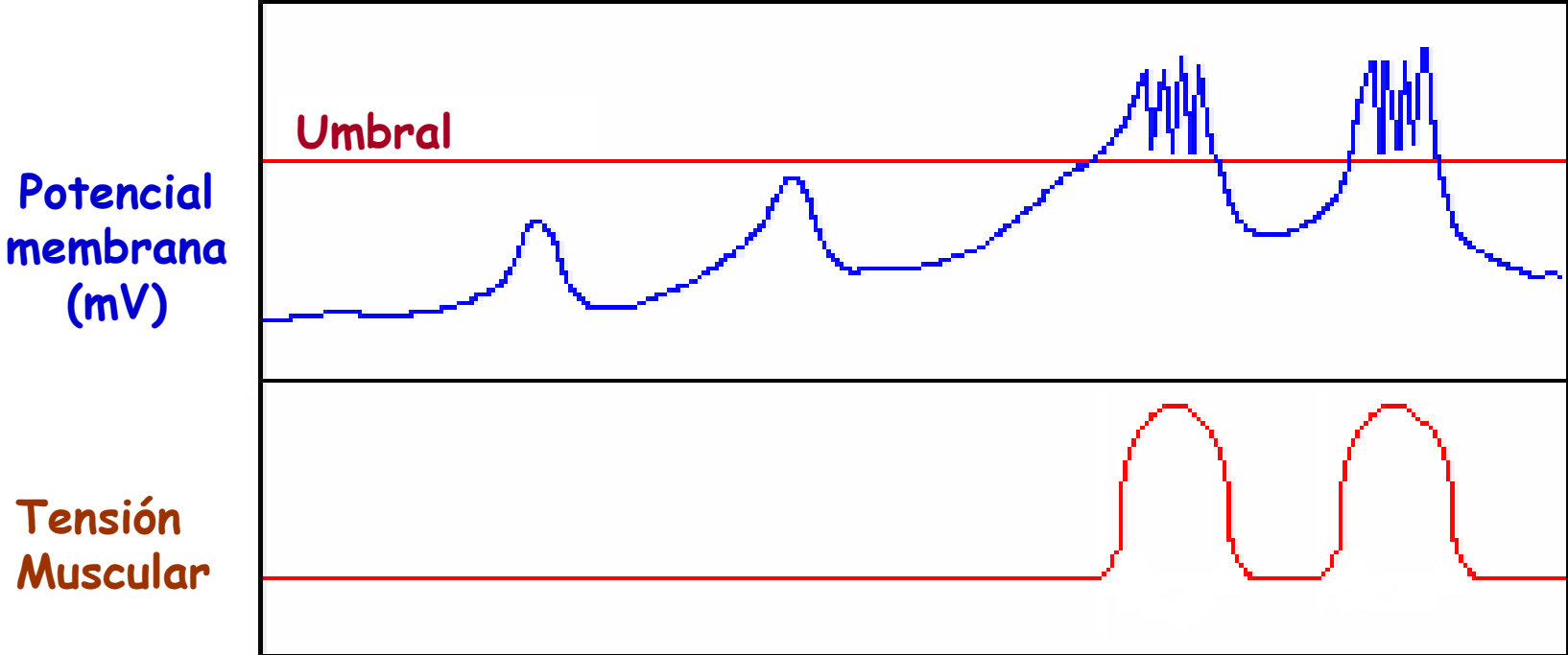


Potencial de Acción M. LISO

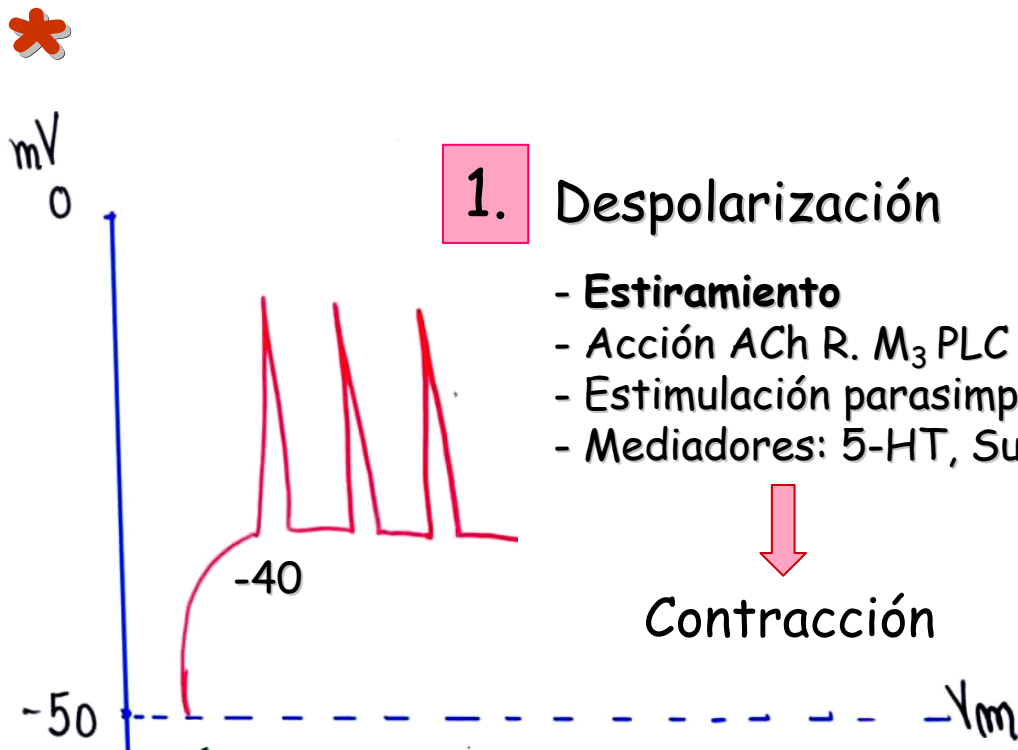
1. Umbral: -40 mV
2. A mayor despolarización, mayor frecuencia de descarga de PA
3. PA mayor duración
despolarización: entrada lenta de Ca^{++}
repolarización: salida de K^+
duración 10 a 50 mseg
4. Mayor latencia entre PA y contracción
300 mseg
5. Ocorre:
 - espontáneamente en c. marcapasos
 - por **estiramiento** local lo más importante
 - por influencia SNA **parasimpática (+)**
simpático (-)
 - por hormonas y NT(+/-)

III MOTILIDAD

ACTIVIDAD ELÉCTRICA



ACTIVIDAD ELÉCTRICA
Factores que afectan



- Afectan V_m :**
- Locales
 - Autonómicos
 - Humorales



1. Despolarización

- Estiramiento
- Acción ACh R. M_3 PLC
- Estimulación parasimpática (X par)
- Mediadores: 5-HT Sust. P.



Contracción

2. Hiperpolarización

- Acción NE R. α_2 , AC disminución Ca^{++}
- Estimulación simpática
- Mediadores: SIH, NT, ENK, GLP1

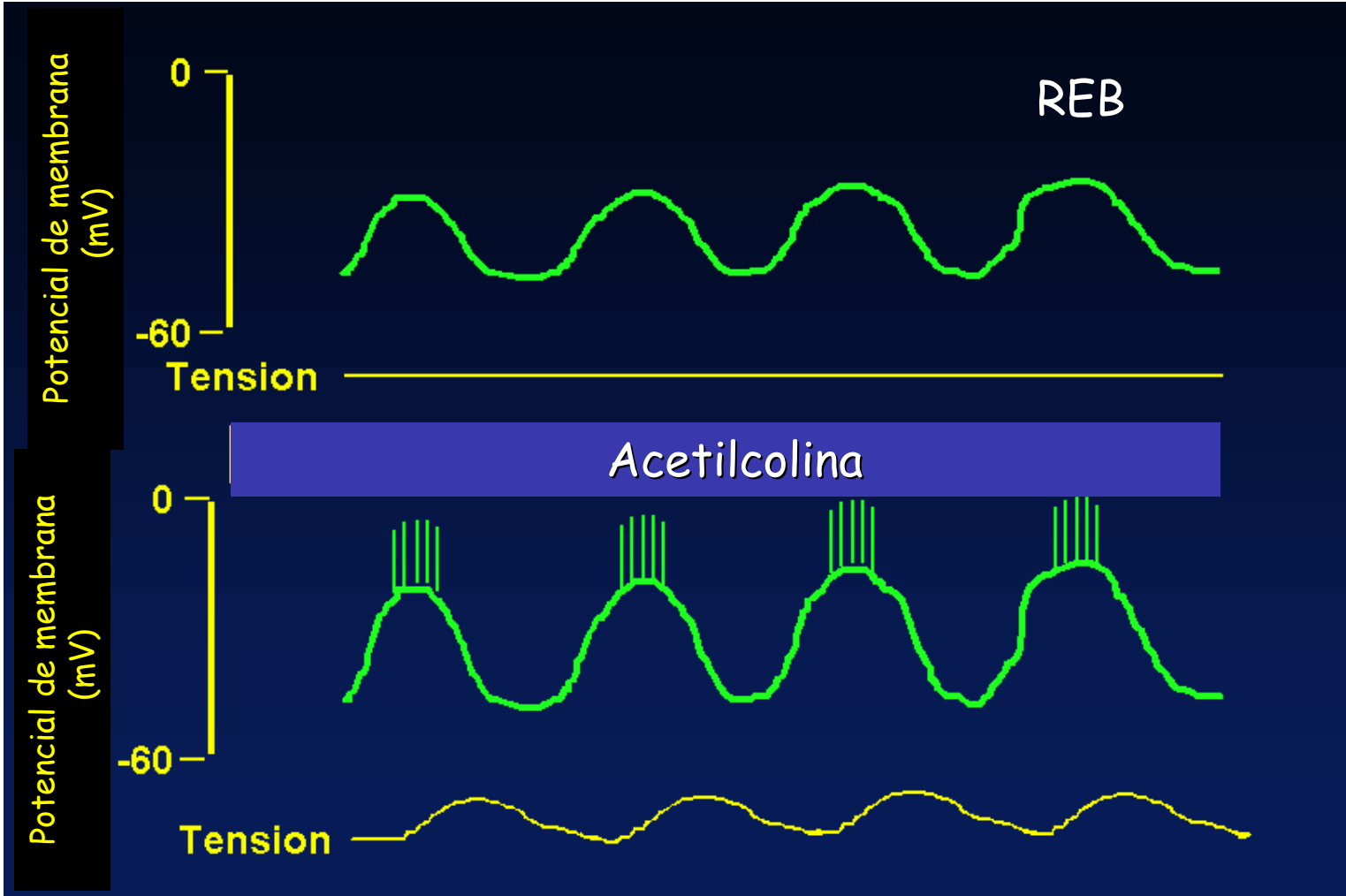


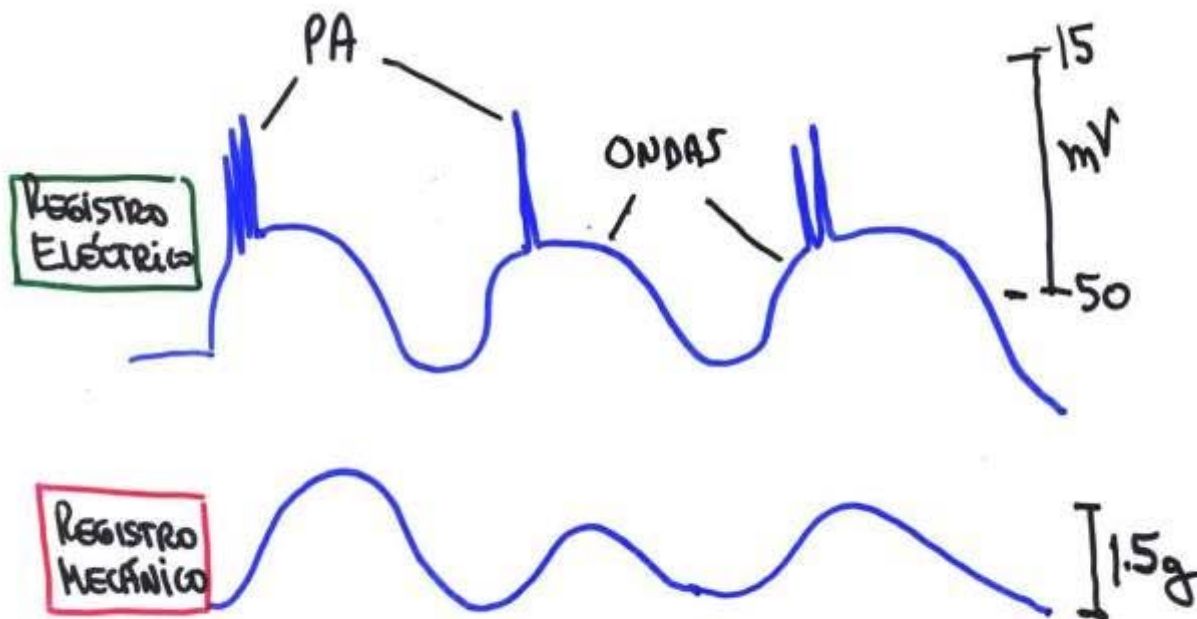
Relajación

ACTIVIDAD ELÉCTRICA
Factores que afectan

- Locales
- Autonómicos
- Humorales

ACTIVIDAD ELÉCTRICA





III MOTILIDAD

ACTIVIDAD ELÉCTRICA y CONTRÁCTIL

Acción SNA



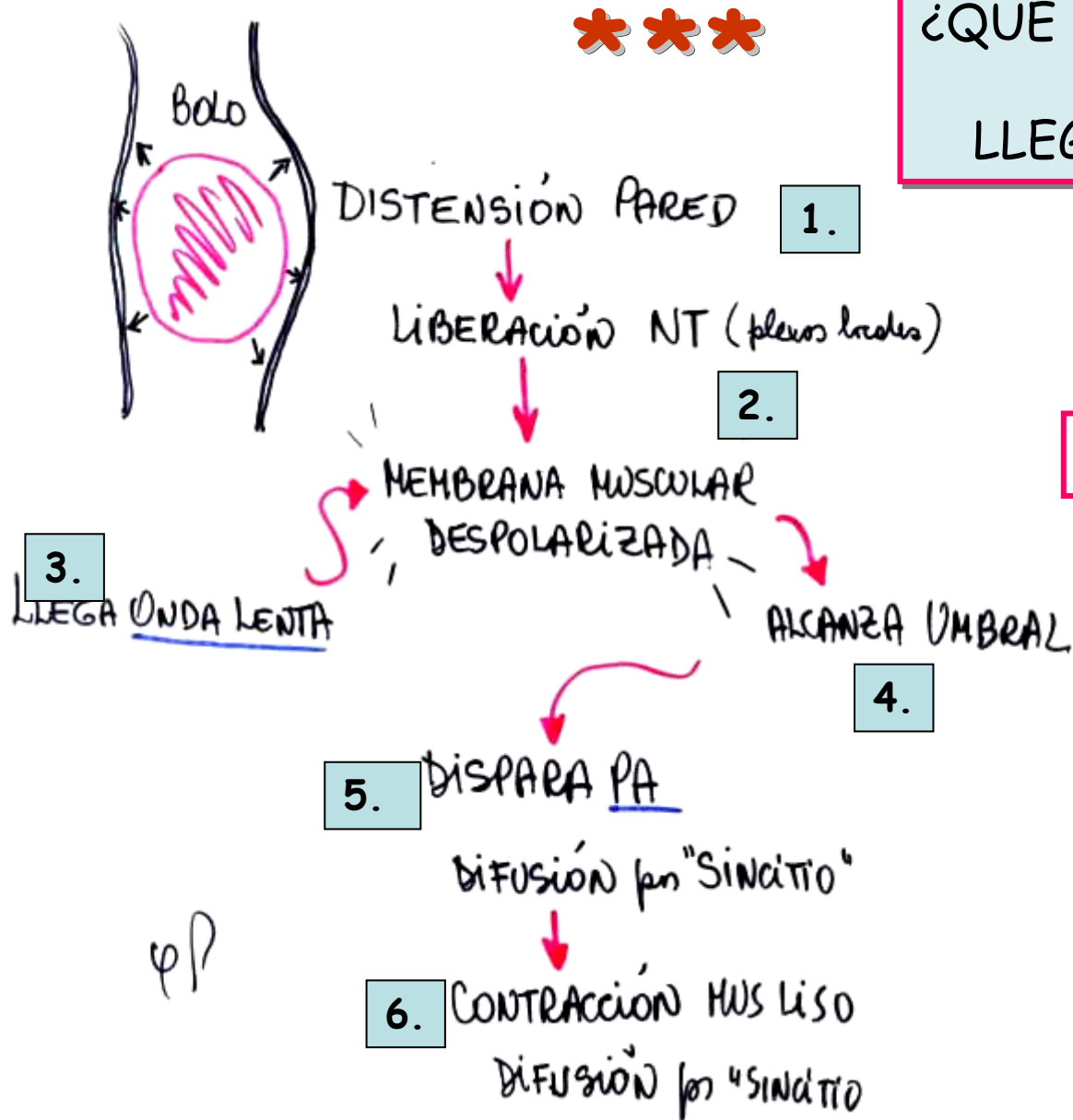
ACTIVIDAD ELÉCTRICA

Rítmico eléctrico de base

La actividad de REB no produce PA ni contracción, excepto en células marcapasos

Tienen que ocurrir otras "cosas" que hagan llegar la despolarización al umbral

¿QUÉ SUCEDE CUANDO EL BOLO LLEGA AL TUBO GI?



ESTIRAMIENTO



CONTRACCIÓN



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

Contracción músculo unitario

- Marcapaso
REB que alcanzan PA y se produce
contracción
- Estimulación -Estiramiento-
Reflejo Local - peristaltismo
- Respuestas a agentes químicos
Variable, contracción o relajación
según receptores, Ej.:
ACh contrae; NE relaja



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

Contracción m. liso unitario

- Contracción o relajación por muchos mecanismos de acción:
 - Cambios conductancia iónica
 - Cambios en señales intracelulares
 - Cambios en maquinaria contráctil



MUCHOS MENSAJEROS



MUCHOS RECEPTORES
EN EL MÚSCULO LISO



ESTIMULACIÓN - INHIBICIÓN



ACTIVIDAD CONTRÁCTIL
SIN PA PREVIO
50%!!

III MOTILIDAD

ACTIVIDAD
CONTRÁCTIL

Para que se contraiga el
músculo liso tubo GI
NO se necesita:

- Ni innervación extrínseca
- Ni PA!!

Puede contraerse por acción
directa de mensajeros
sobre receptores



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

Músculo liso visceral tiene
Act. ELÉCTRICA
Act. CONTRÁCTIL
casi continuas
que permite contracción sostenida:
TONO muscular



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD
CONTRÁCTIL

Músculo liso FÁSICO

Contrae y relaja rápido
Contracciones fuertes y rápidas

Mov. Avance

Músculo liso TÓNICO

Contracciones continuas
Contrae y relaja lento
Contracciones débiles y duraderas

Esfínteres

SECUENCIA DE EVENTOS CONTRACCIÓN M. LISO

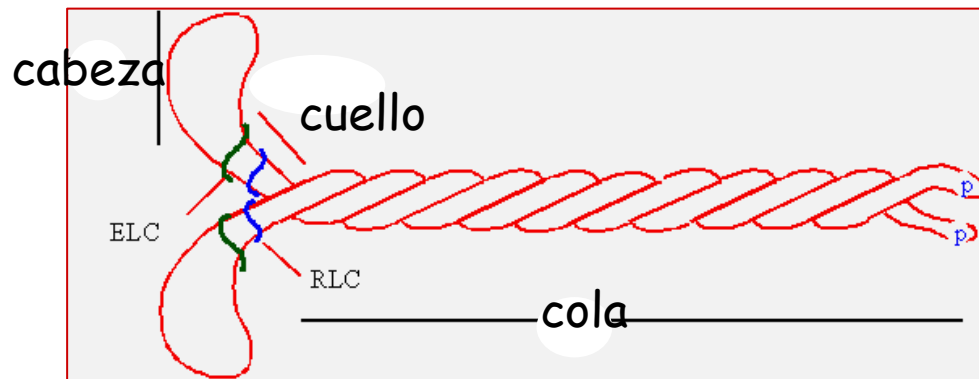
Fibra músculo
liso en reposo



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

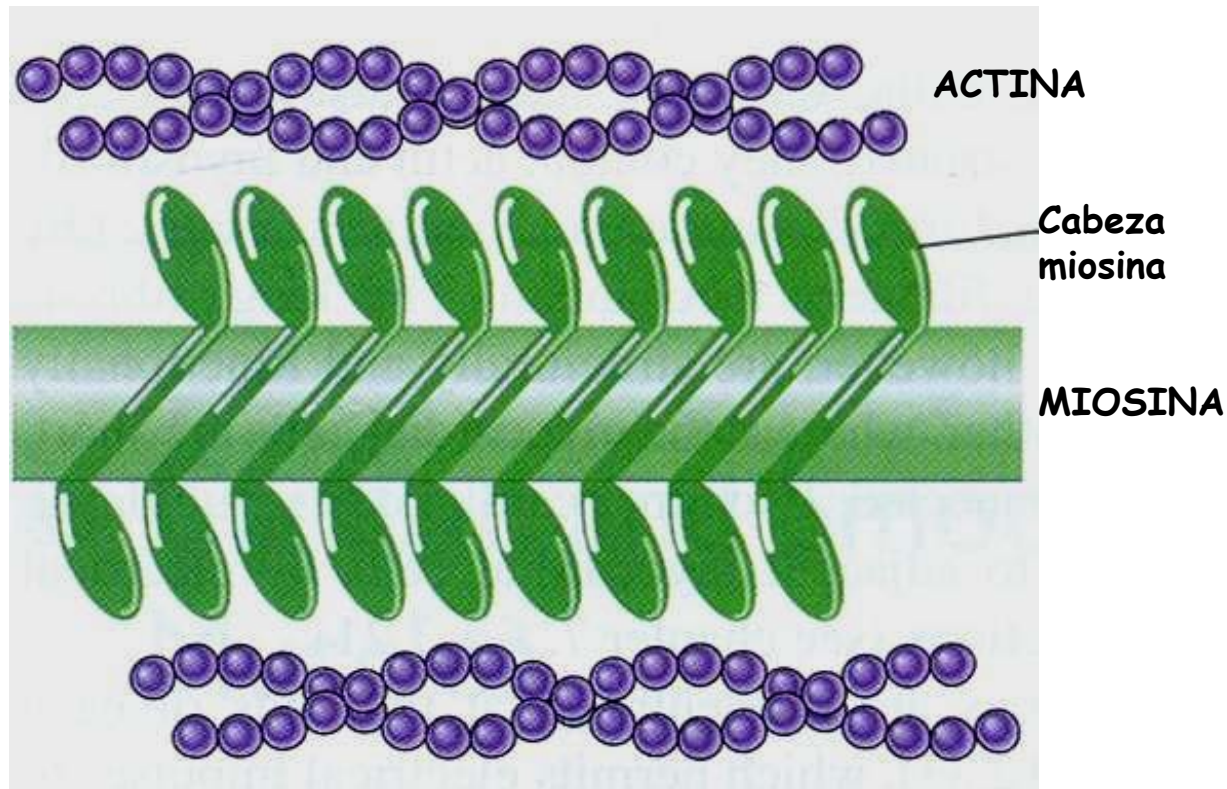
Motor molecular en músculo liso



Miosina II m. liso

Proteína motora

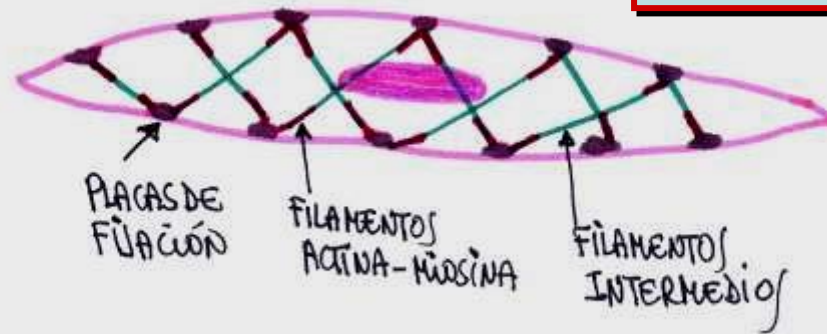
Arreglo actina-miosina en músculo liso



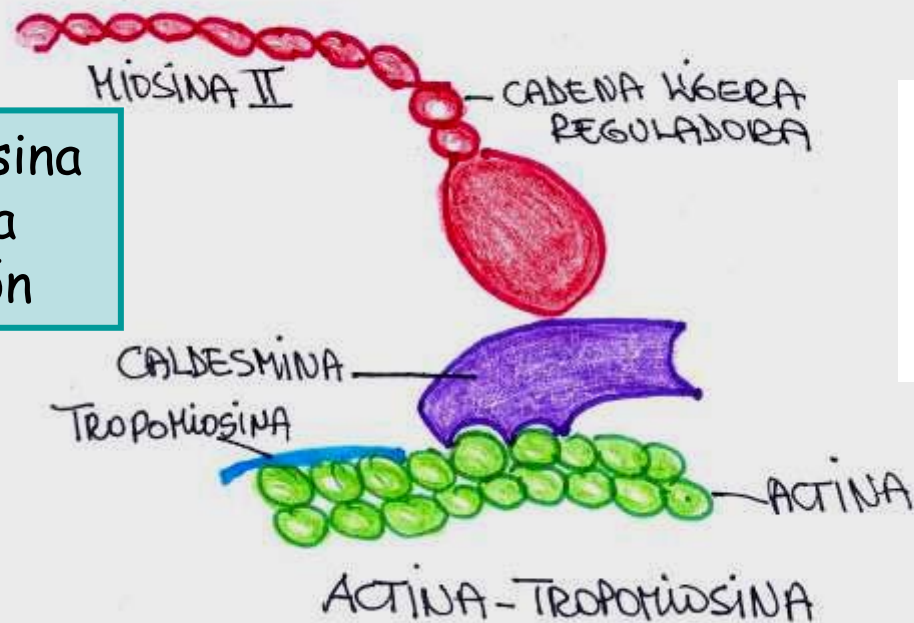
Las cabezas de miosina pueden formar puentes con actina a todo lo largo del filamento grueso por la disposición perpendicular de miosina al eje longitudinal del filamento grueso

**SECUENCIA DE EVENTOS
CONTRACCIÓN M. LISO**

Fibra músculo
liso en reposo



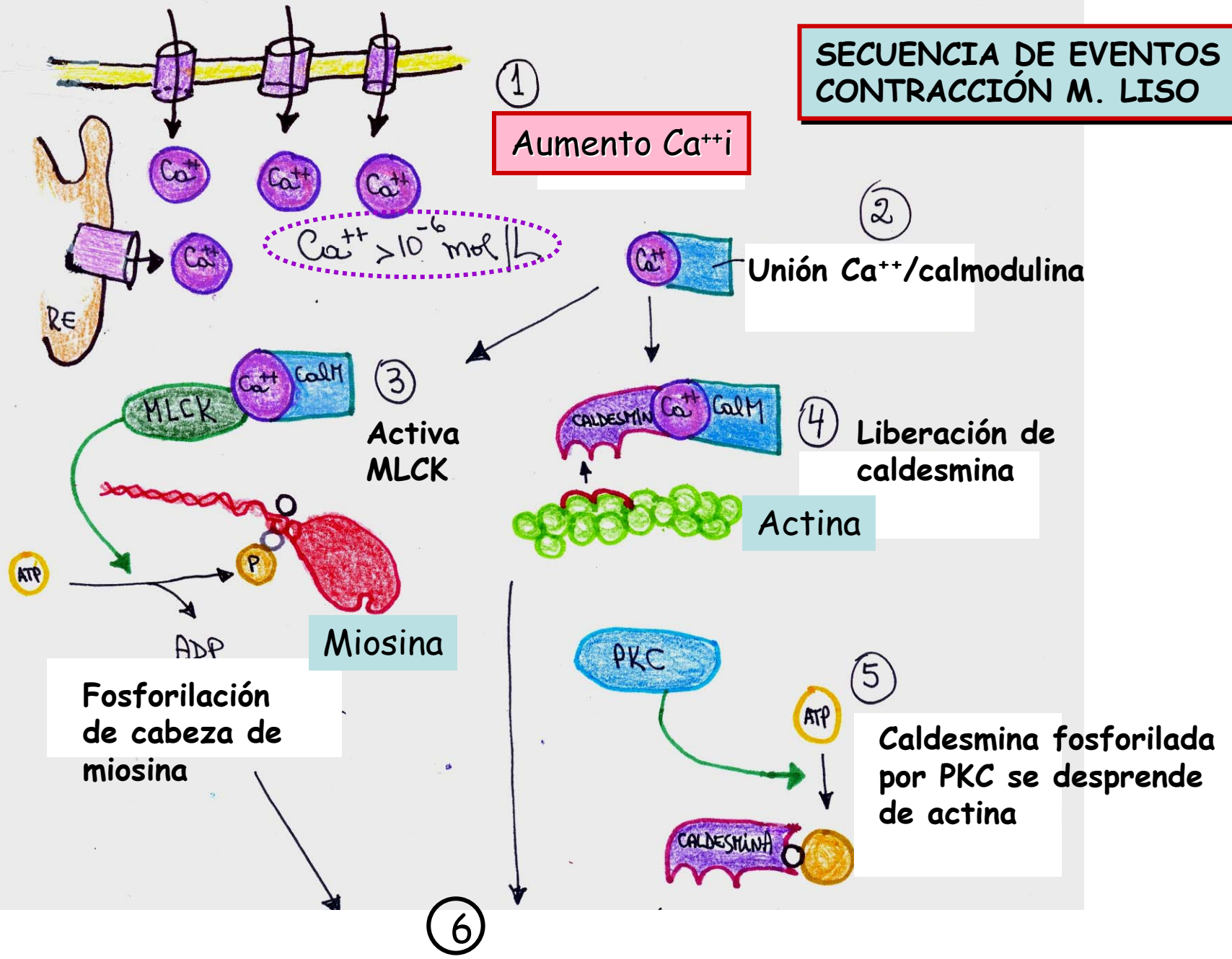
Actina y miosina
antes de la
contracción



No hay troponina

Hay Calmodulina
Caldesmina
Tropomiosina

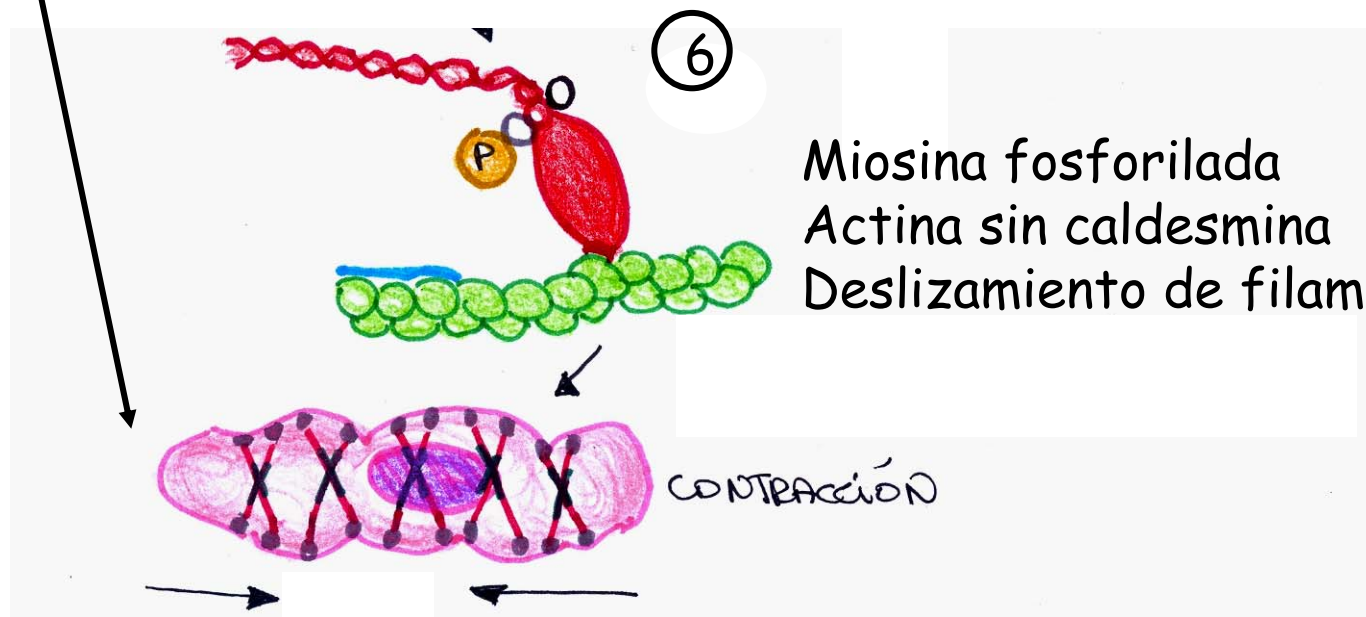
**SECUENCIA DE EVENTOS
CONTRACCIÓN M. LISO**



**SECUENCIA DE EVENTOS
CONTRACCIÓN M. LISO**



Fibra relajada

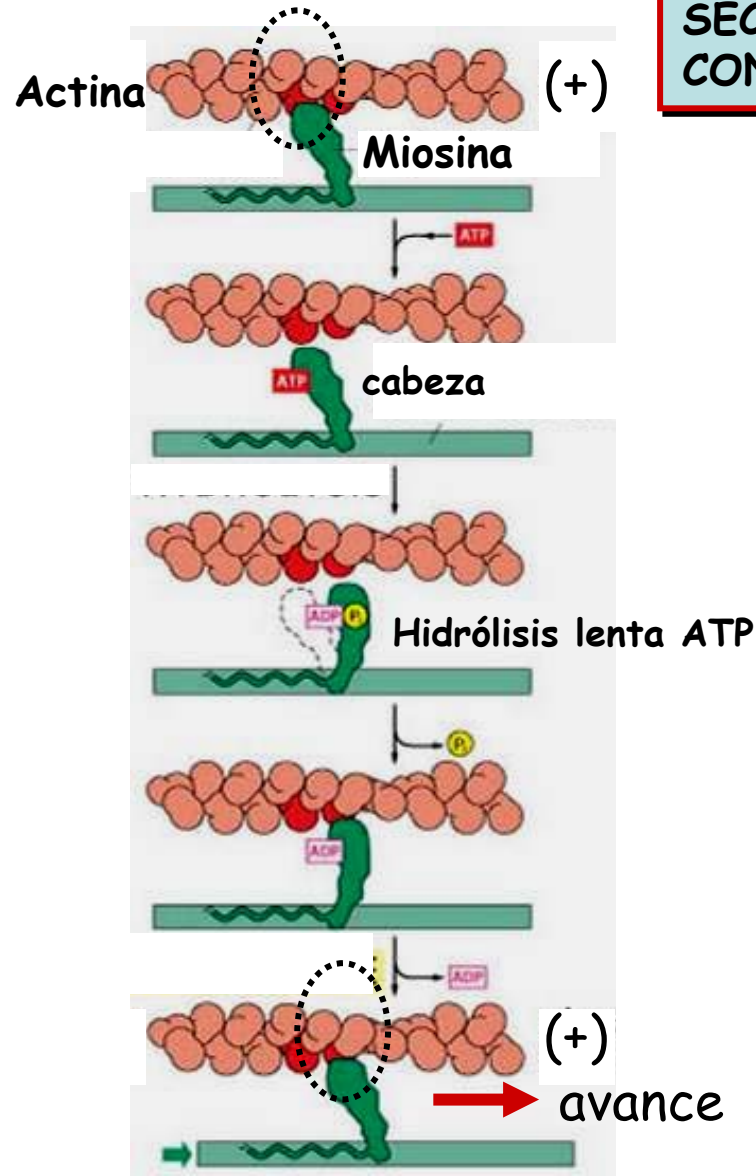


Miosina fosforilada
Actina sin caldesmina
Deslizamiento de filamentos

CONTRACCIÓN

Tono elevado

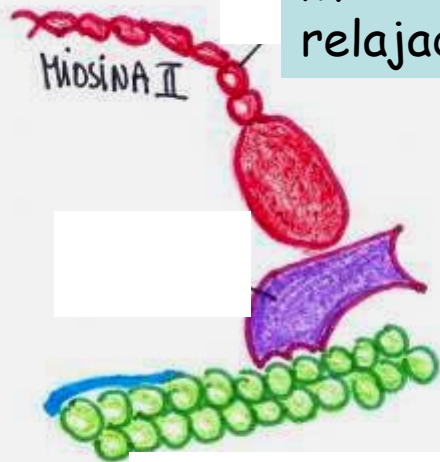
**SECUENCIA DE EVENTOS
CONTRACCIÓN M. LISO**



Se repite el ciclo

**SECUENCIA DE EVENTOS
CONTRACCIÓN M. LISO**

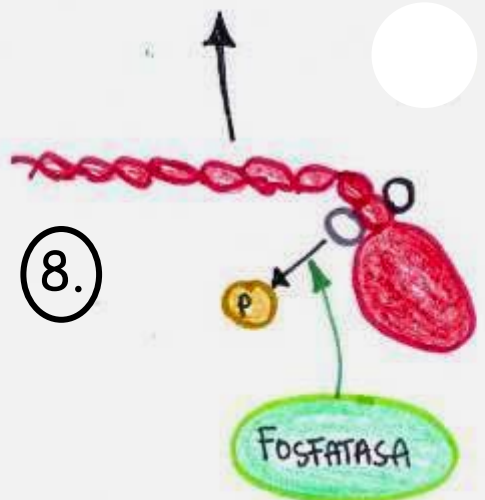
Músculo
relajado



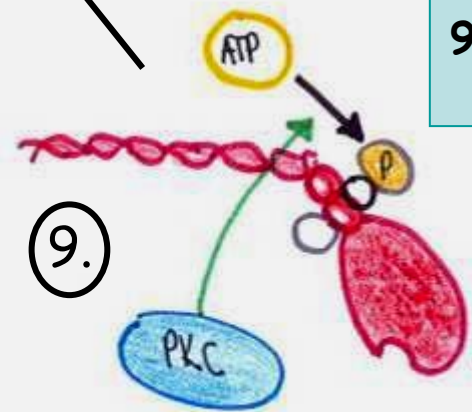
⑦. Disminución Ca^{++} i

$Ca^{++} i < 10^{-6}$ mol/L

- Terminación de la acción:
- 7. Disminución Ca^{++} i
 - 8. Desfosforilación de miosina
 - 9. Fosforilación de miosina en otro sitio



Fosfatasa desfosforila la cadena ligera reguladora de la miosina



PKC fosforila otro sitio de la cadena ligera de miosina



SECUENCIA DE EVENTOS

1. Aumento de Ca^{++} , unión Ca^{++} - calmodulina
2. La kinasa de cadena ligera de miosina (MLCK) es activada por Ca^{++} - calmodulina
3. La miosina es fosforilada por MLCK
4. Se enlazan actina - miosina: puentes cruzados y el músculo se contrae
5. Fosfatasa desfosforila la miosina y el músculo se relaja
- * 6. Mecanismo de puentes en *cerrojo* luego de la desfosforilación de la miosina provoca contracción sostenida con mínima utilización de ATP

*** ***
Acoplamiento
Excitación-
contracción

**SECUENCIA
DE EVENTOS**

PA en m. liso

Apertura canales Ca^{++}
voltaje dependientes

↑ Ca^{++} intracelular

Ca^{++} viene del exterior

Ca^{++} - calmodulina

No hay troponina
sino calmodulina

Kinasa cadena ligera miosina

Miosina
+ actina

**Miosina ~P
+ actina**

Fosfatasa cadena ligera miosina

*** Puentes
en cerrojo**

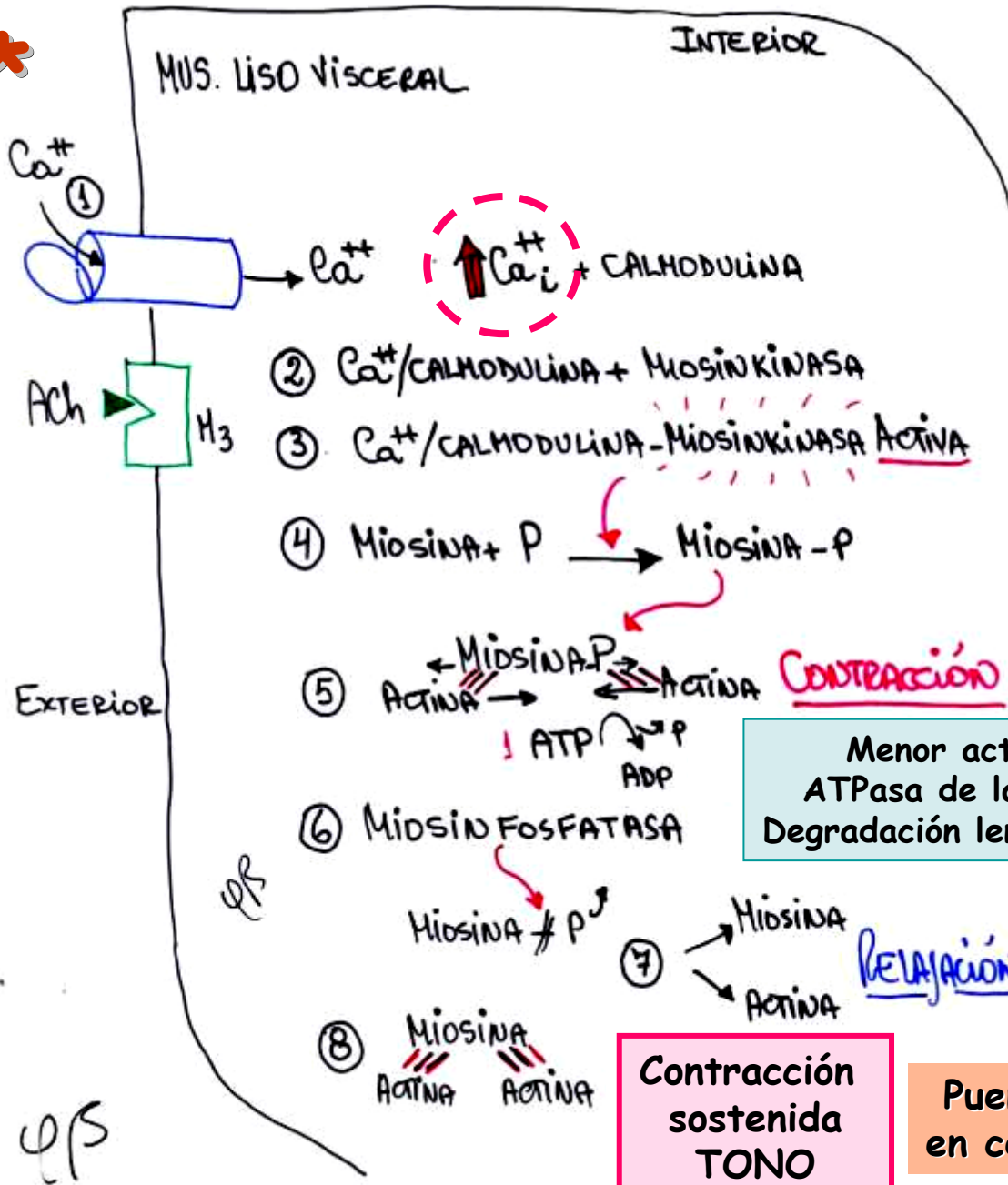
ATP
ADP + Pi

**Enlace
actina-miosina**

**Contracción sostenida
TONO**

TENSIÓN

L.S. Costanzo. *Physiology*. 2006



SECUENCIA DE EVENTOS

Menor actividad ATPasa de la miosina
Degradación lenta de ATP

Contracción sostenida TONO

Puentes en cerrojo *

Aumento Ca^{++} intracelular ***

¿De dónde viene??

NT hormona

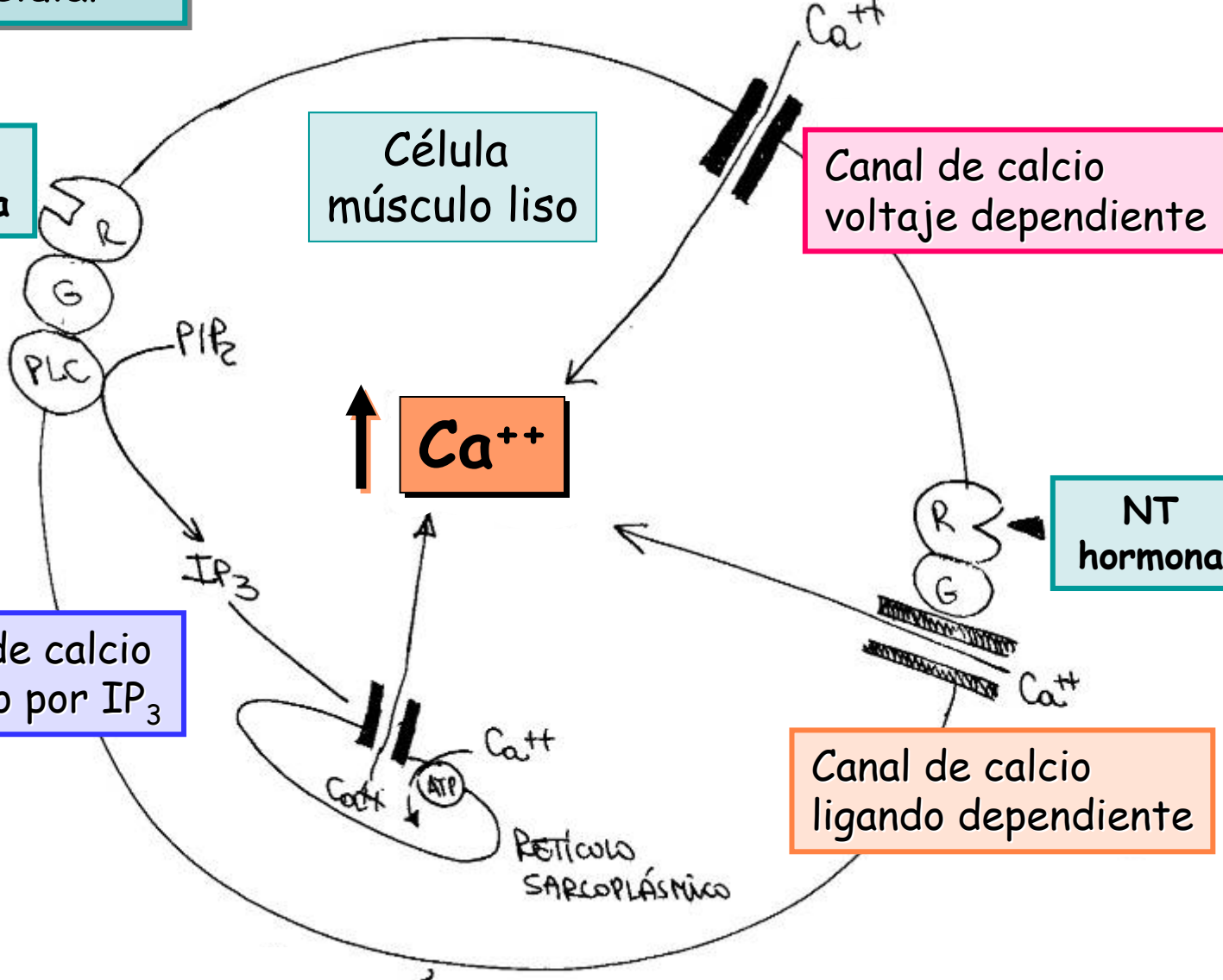
Célula músculo liso

Canal de calcio voltaje dependiente

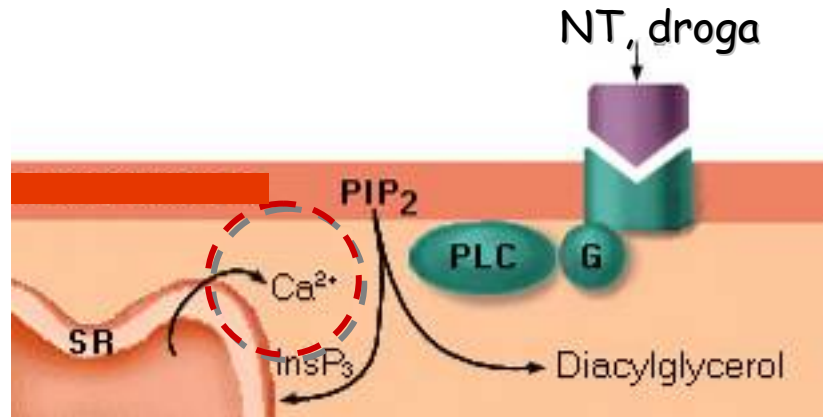
Canal de calcio abierto por IP_3

NT hormona

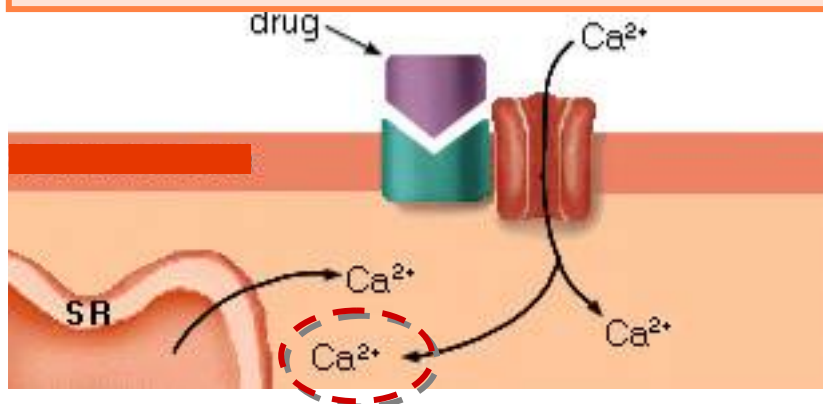
Canal de calcio ligando dependiente



3. Canales de Ca^{++} de depósitos



2. Canales de Ca^{++} activados por ligando

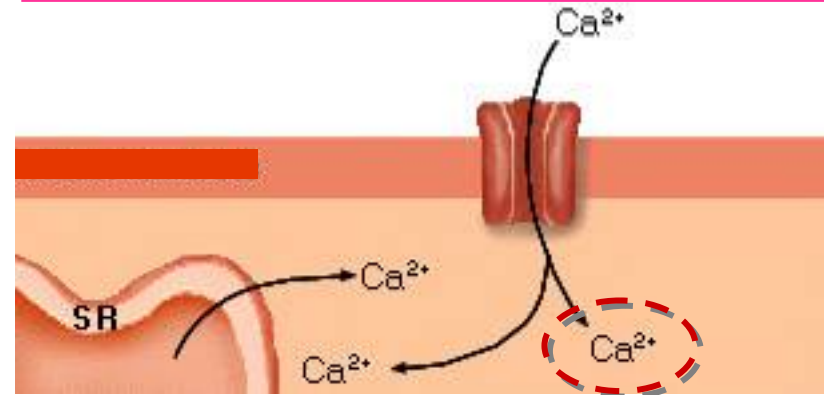


ACTIVIDAD
CONTRÁCTIL

Aumento
calcio intracelular

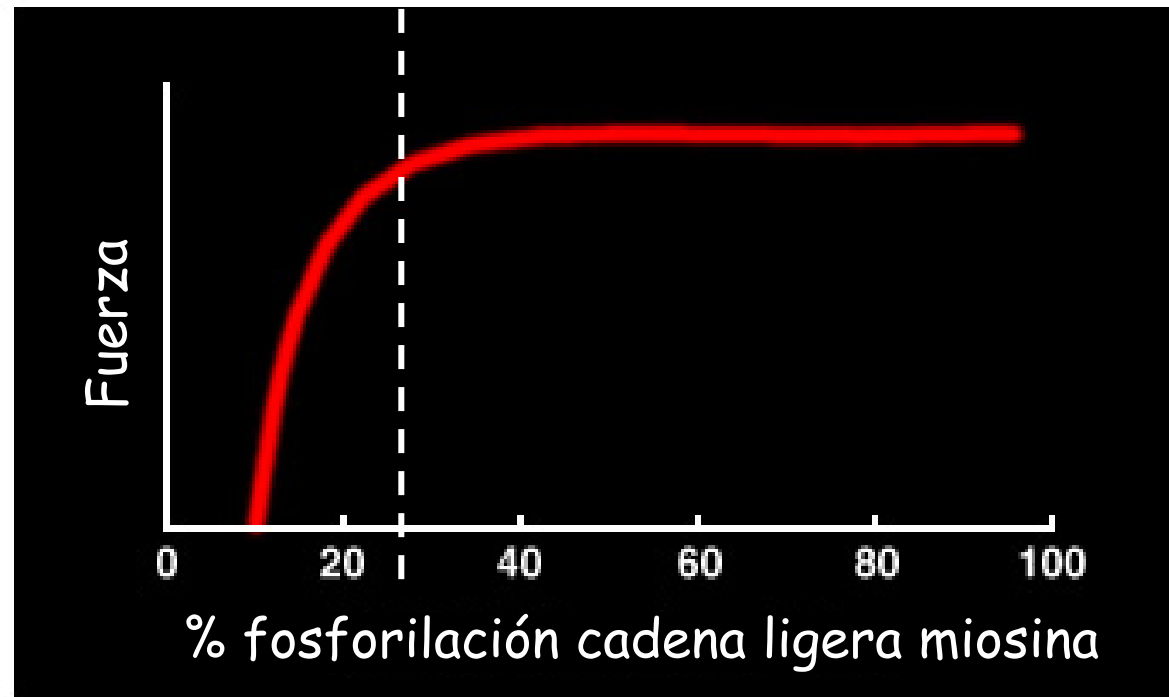
1.

Canales de Ca^{++} voltaje dependientes





ACTIVIDAD CONTRÁCTIL



FUERZA - GRADO DE FOSFORILACIÓN de miosina

Con 25% de fosforilación se desarrolla casi 100% de fuerza



Reversión del proceso contráctil

1. Baja Ca^{++} intracelular

Salida al exterior y vuelta al RE

Se inhibe la fosforilación de la miosina

2. Desfosforilación de la miosina

Cesan los puentes actina-miosina



Sin embargo,
los puentes en el músculo tónico
son capaces de entrar en estado
de "cerrojo" manteniendo la fuerza
sin gastar más ATP

M. liso tónico (esfínteres)

Enlaces actina-miosina entran en estado de "cerrojo" duradero aun después de la desfosforilación

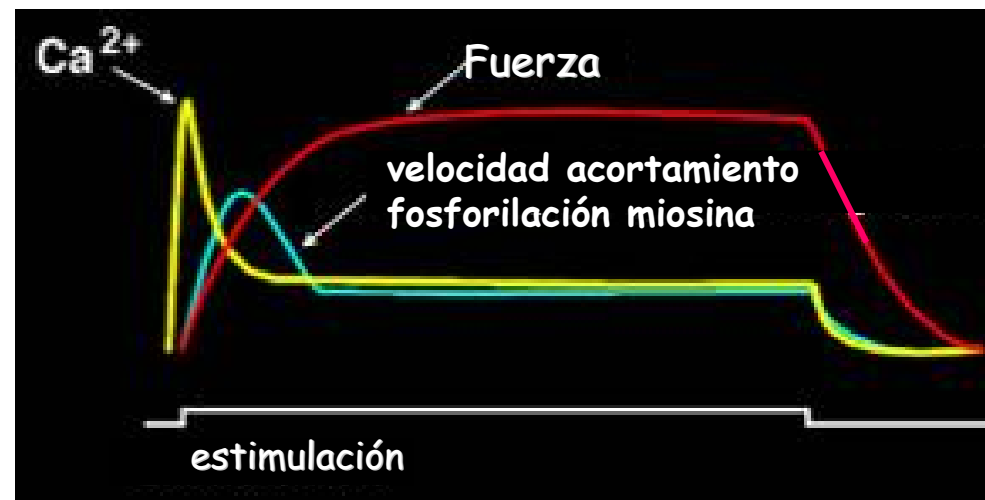
Por la degradación lenta de ATP que es independiente de la concentración de Ca^{++} i

La fuerza se mantiene con poco gasto de ATP

M. liso tónico
(esfínteres)



Puentes ACTINA - MIOSINA



Inicio: sube Ca^{++} , velocidad de acortamiento y fosforilación miosina

Luego: cae Ca^{++} , fosforilación miosina, velocidad de acortamiento y la hidrólisis de ATP

Sin embargo, la FUERZA se mantiene tónicamente



M. liso tónico
(esfínteres)

Enlace actina -miosina con miosina fosforilada
se forman y rompen repetidamente

Enlace actina -miosina con miosina no fosforilada
hacen puentes en "cerrojo", no se safan o lo hacen
lentamente y así mantienen el tono con poco
consumo de ATP



ACTIVIDAD
CONTRÁCTIL

M. liso tónico
(esfínteres)

La maquinaria es muy económica,
capaz de generar más fuerza
con bajo gasto de ATP

Esto explica la contracción TÓNICA
en m. liso tónico:

**¡Contracción sostenida
con poco gasto!**

III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

M. ESQUELÉTICO

Ejercicio muscular 30 - 60 min. para perder peso
Se consume mucha energía en la contracción muscular



M. LISO

Cómo sería el gasto de energía en actividad motora intestinal, casi continua, si el gasto fuera igual que en m. esquelético!!



**ACTIVIDAD
CONTRÁCTIL**



PUENTES ACTINA-MIOSINA
hay MENOR actividad ATPasa



LENTA degradación del ATP
que energiza las cabezas de miosina



MAYOR duración de la contracción



III MOTILIDAD

ACTIVIDAD CONTRÁCTIL

El tiempo de enlace
ACTINA-MIOSINA
determina



MAYOR fuerza de contracción
con

MENOR gasto de energía
(1 ATP por ciclo)!!

Importante en el
mantenimiento del
TONO MUSCULAR
en vísceras huecas!!



ECONOMÍA CONTRÁCTIL

1. Baja tasa de hidrólisis de ATP en miosina
2. Alta fuerza generada en los puentes ACTINA-MIOSINA
3. Capacidad de los puentes de entrar en estado de "cerrojo" en músculo liso tónico

Buen diseño para mantenimiento económico del TONO





MÚSCULO LISO VISCERAL

1. *SINCITIO* **FUNCIONAL**
2. **NO HAY** PR VERDADERO
3. EL PA ES POR ENTRADA LENTA DE **CALCIO**
4. LA INERVACIÓN EXTRÍNSECA **NO ES** NECESARIA PARA LA CONTRACCIÓN
5. EL MÚSCULO PUEDE CONTRAERSE **SIN PA**, ES SENSIBLE A MUCHOS MENSAJEROS
6. EL **ESTIRAMIENTO** ES EL ESTÍMULO MÁS IMPORTANTE
7. HAY MAYOR FUERZA Y DURACIÓN DE LA CONTRACCIÓN CON **MENOR GASTO** DE ENERGÍA QUE PERMITE MANTENER EL **TONO**

Aparato Digestivo

TEMA 1

I. INTRODUCCIÓN

II. MORFOLOGÍA

III. MOTILIDAD

IV. SECRECIÓN

V. CIRCULACIÓN

VI. REGULACIÓN