

Universidad de los Andes  
Fisiología para Medicina

# FISIOLOGÍA SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

2014

Ximena Páez



**MUY IMPORTANTE:**

Este material  
**NO SUSTITUYE**  
el uso de los libros para  
estudiar fisiología

## NOTA:

Para las clases y materiales del Sistema Nervioso Autónomo, se ha seguido en gran parte la organización y las ilustraciones del libro *Autonomic Nerves* de L. Wilson-Pauwels, P-A. Stewart y E.J. Akesson. B.C. Decker, 1997.

# FUENTES

- *Ganong's Review of Medical Physiology*. 23<sup>er</sup>. Ed. K.E. Barrett, S.M. Barman, S. Boitano, H.L. Brooks Eds. Lange, **2010**.
- *Fisiología Médica*. Fiorenzo Conti (ed.). Mc Graw-Hill, **2010**.
- Silbernagl S. Despopoulos. *Fisiología*. Texto y Atlas 7<sup>tima</sup> Ed. Editorial Médica Panamericana, **2009**.
- Fox S.I. *Human Physiology*. 10<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill, New York, **2008**.
- McCorry L.K. *Physiology of the Autonomic Nervous System*. Am. J. Pharm. Edu. 71 (4): 78, **2007**.
- Costanzo L.S. *Physiology*. 3<sup>er</sup> Ed. Saunders Elsevier, **2006**.
- *Primer on The Autonomic Nervous System*. 2<sup>nd</sup> edition. D. Robertson, Editor-in- chief. Elsevier Academic Press, San Diego, **2004**.
- Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- \_\_\_. *Drugs affecting adrenergic transmission*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- \_\_\_. *Drugs affecting cholinergic transmission*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* 10<sup>th</sup> Ed. J.G. Hardman, L.E. Limbird Eds. , A. Goodman Gilman Consulting Ed. McGraw-Hill, 2001.
- Wilson-Pauwels L., Stewart P.A. Akesson E.J. *Autonomic Nerves*. B.C Decker, 1997.

# SNA

I. Introducción

II Anatomía funcional SNA

III Neurotransmisión autonómica

## **IV Acciones autonómicas en órganos y tejidos**

V Farmacotoxicología autonómica

VI Clínica autonómica

## IV Acciones en órganos y tejidos

- Piel
- Ojos
- Corazón y Vasos
- Pulmones
- T. Gastrointestinal
- Glándulas
- Metabolismo: Hígado, T. adiposo, M. esquelético
- Páncreas, Bazo, S. biliar
- Médula adrenal
- Riñón, Uréter, Vejiga
- Órganos sexuales



## IV Acciones en órganos y tejidos

### Órganos con inervación Dual **Simpática** y **Parasimpática**

- **Efectos Antagonistas**  
Ej. Ojo, corazón, pulmones, TGI
- **E. Complementarios (similares)**  
Ej. Secreción salival
- **E. Cooperativos (sinérgicos)**  
Juntos colaboran en sola función general  
  
Ej. **Función sexual**  
Erección, secreción: parasimpático  
Eyaculación, orgasmo: simpático  
  
Ej. **Micción**  
Vaciamiento vesical: parasimpático  
En **miedo**, la micción se dispara a volúmenes más bajos por acción simpática

### Órganos con inervación Única **Simpática**

- Músculo tarsal párpado superior
  - Músculo piloerector
  - Glándulas sudoríparas
  - Médula adrenal, uréter, bazo
  - La mayoría de vasos sanguíneos
- La regulación es por aumento o disminución del tono simpático

**“orinarse de miedo”**

\*\*\*\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

En general,

- Corazón,
- Pulmones
- Tracto gastrointestinal

En **reposo**:

predomina la actividad

**parasimpática**



Pero, en **ejercicio o estrés**:

predomina la actividad

**simpática**



## IV Acciones en órganos y tejidos

1. Piel
2. Ojos
3. Corazón
4. Vasos
5. Pulmones
6. Tracto GI

7. Glándulas
8. Adipocitos, hígado,  
M. esquelético
9. Tracto biliar,  
páncreas, bazo
10. Médula adrenal
11. Tracto Urinario
12. Órganos sexuales

# 1. Piel \*\*\*



## ACCIÓN ÚNICA SIMPÁTICA

Simpática \*

Parasimpática

\* Músculos Piloerectores

Contracción (NE  $\alpha 1$ )

—

\* Glándulas Sudoríparas

Secreción generalizada (ACh M3)

localizada palmas (NE  $\alpha 1$ )

—

\* Vasos

Vasoconstricción (NE  $\alpha 1$ )

Vasodilatación (ACh M3)

—

\* S. Claude Bernard-Horner

# 1. Piel \*\*\*

**Acción ÚNICA SIMPÁTICA**

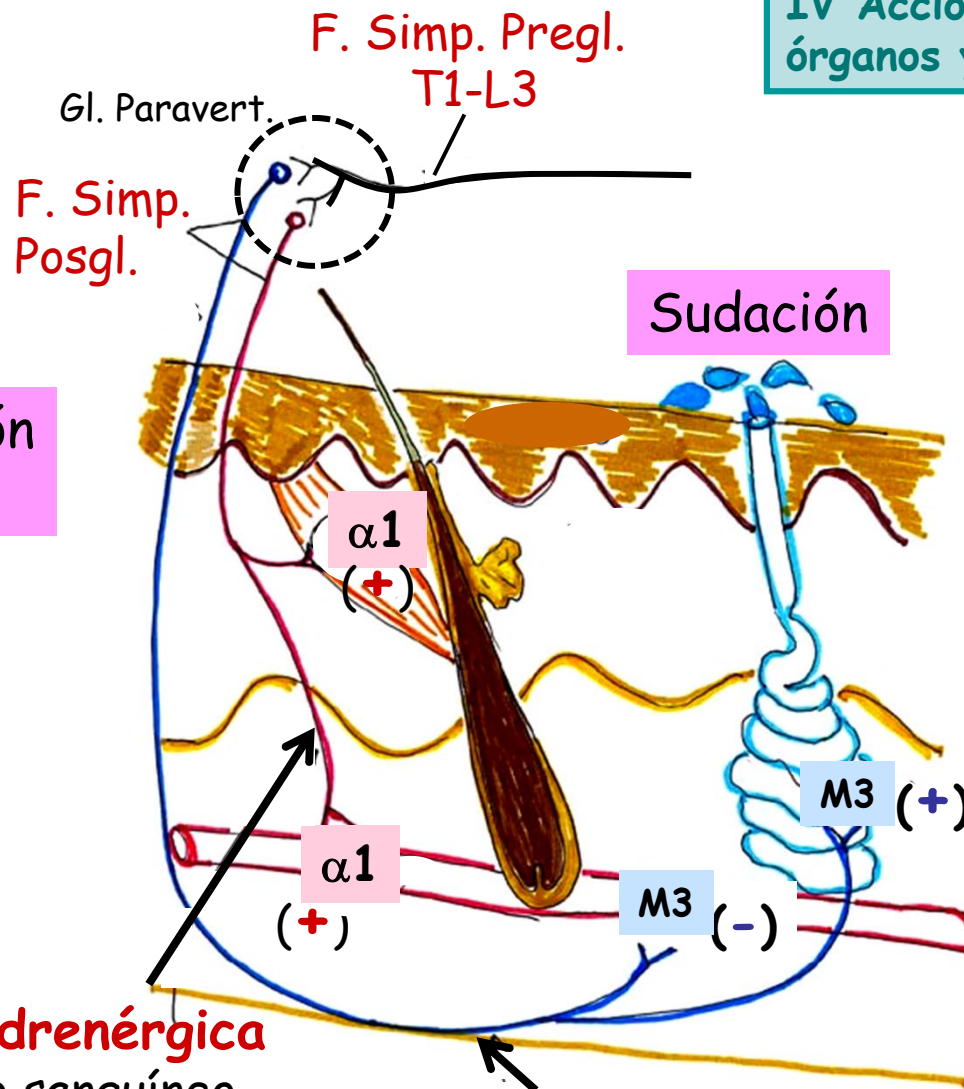
**Vasoconstricción Piloerección**

"Pelos parados"...

"Pelos de punta"...

**F. Adrenérgica**  
Vaso sanguíneo  
M. Piloerector

**F. Colinérgica**  
Algunos vasos dilatación  
Gl. Sudoríparas sudación



**IV Acciones en órganos y tejidos**

# 1. Piel

Miedo  
Ira  
Frío

"Piel de gallina"



En animales  
para intimidar



En el hombre  
es vestigial

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goose\\_bumps.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goose_bumps.jpg)

Contracción m. piloerectores  
Efecto simpático  $\alpha 1$

# 1. Piel \*\*\*\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

Piel erizada

Piel pálida

Piel húmeda

**PILOERECCIÓN**

F. adrenérgicas  
contraen m. piloerector

$\alpha 1$

**SUDACIÓN**

Fibras simpáticas  
postganglionares  
colinérgicas estimulan  
secreción sudor

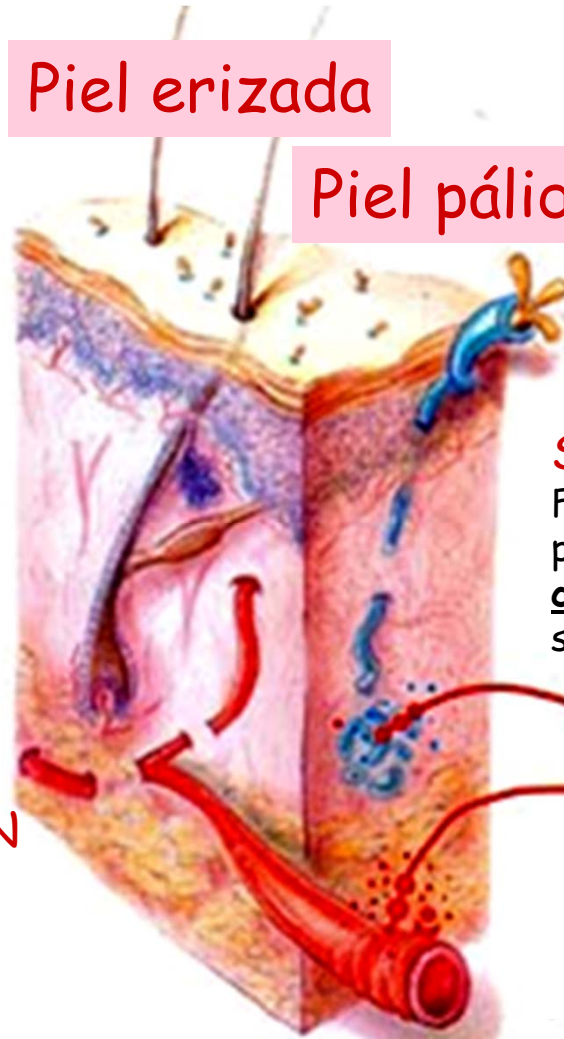
**¡OJO!!**

**M3**

**VASOCONSTRICCIÓN**

F. adrenérgicas contraen  
mus liso vascular

$\alpha 1$



**Estimulación  
Simpática**



2.

# Ojo

\*\*\*

IV Acciones en órganos y tejidos

## ACCIÓN

Antagonismo dual

Simpática \*

Parasimpática

\*Dilatador pupila

Contracción (**NE  $\alpha$ 1**)  
**MIDRIASIS**

—

\*Constrictor pupila

—

Contracción (**ACh M3**)  
**MIOSIS**

\*Músculo ciliar

Relajación (**NE  $\beta$ 2**)  
**Visión lejana**

Contracción (**ACh M3**)  
**Visión cercana**

\*Elevador párpado  
Músculo Müller

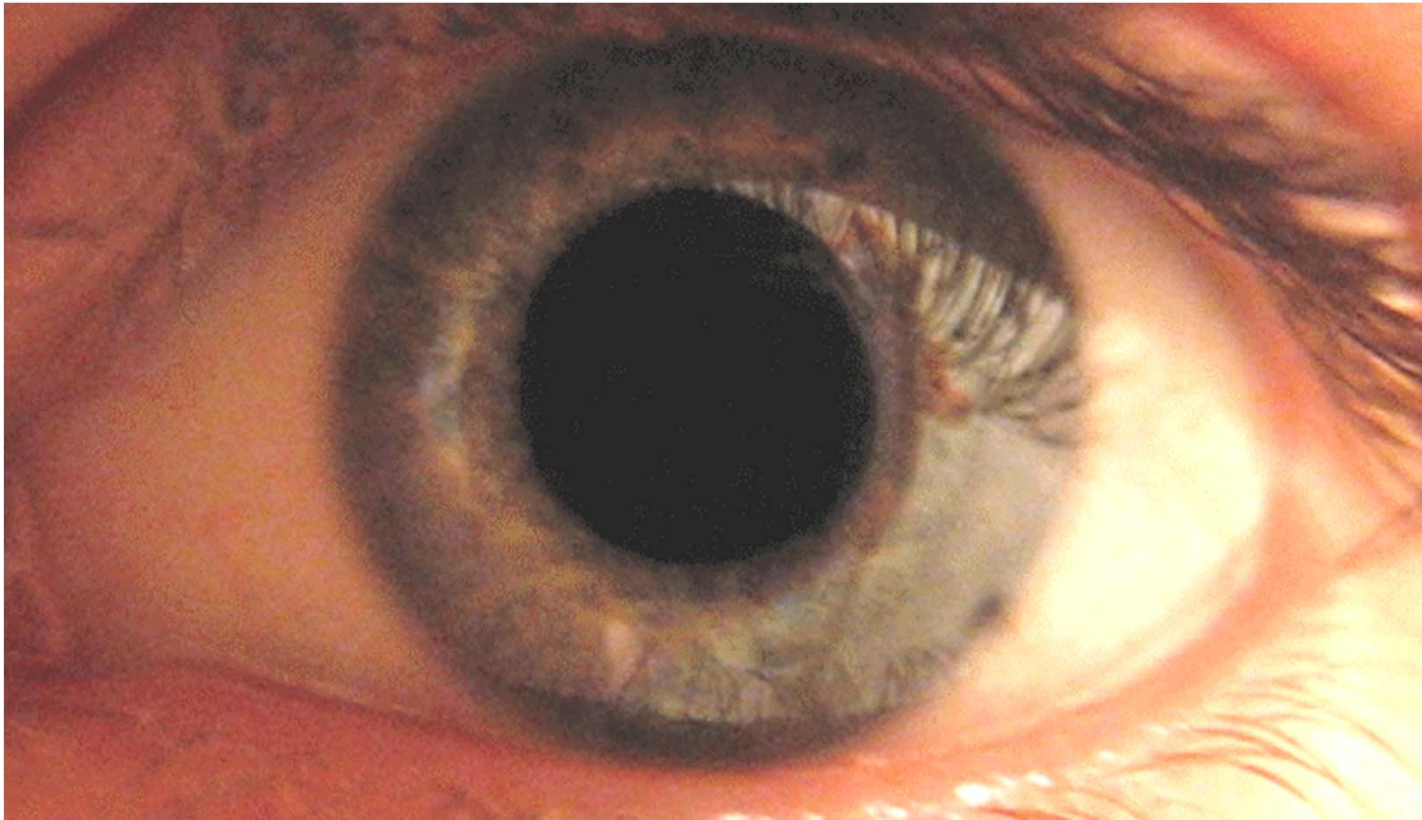
Elevación parcial párpado  
(**NE  $\alpha$ 1**)

—

\* S. C. Bernard-Horner

## 2. Ojo

IV Acciones en  
órganos y tejidos



**Contracción y dilatación de la pupila**

2.

# Ojo

\*\*\*

Vías Reflejas  
Autonómicas que regulan  
cristalino y pupila

Midriasis

N. Ciliar largo  
Simpático

N. Ciliar corto  
Parasimpático

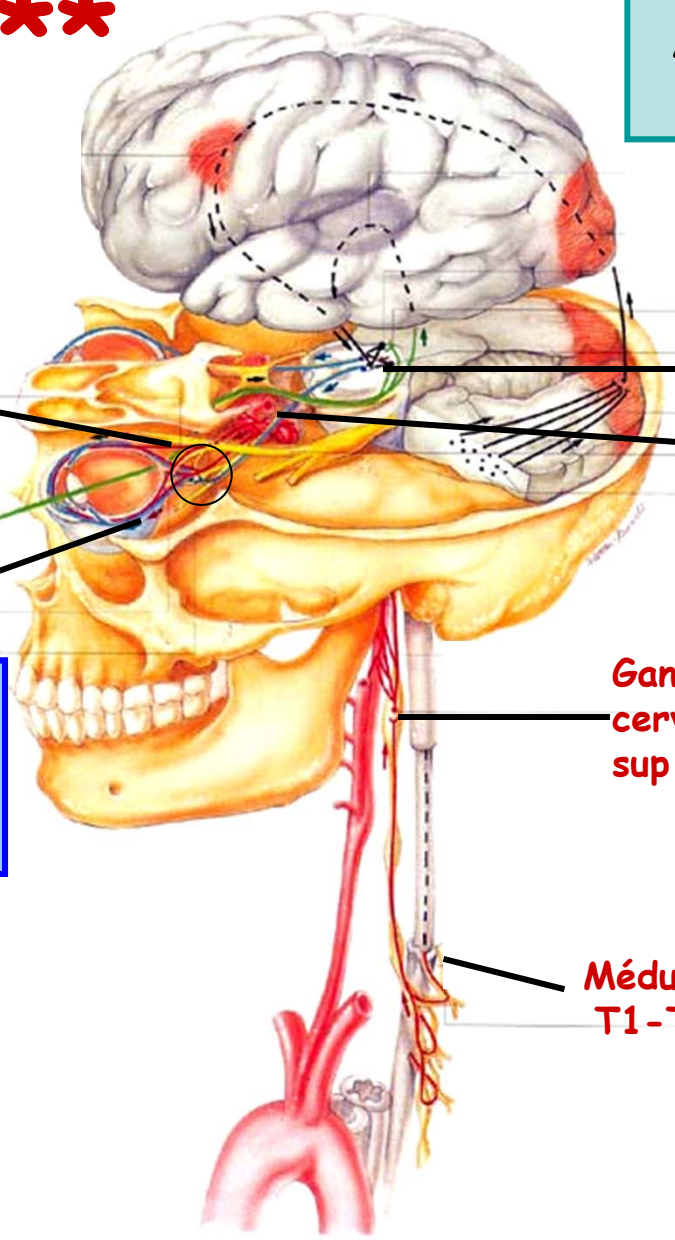
Miosis; ajuste  
cristalino  
visión cercana

N. Edinger-Westphal

III par

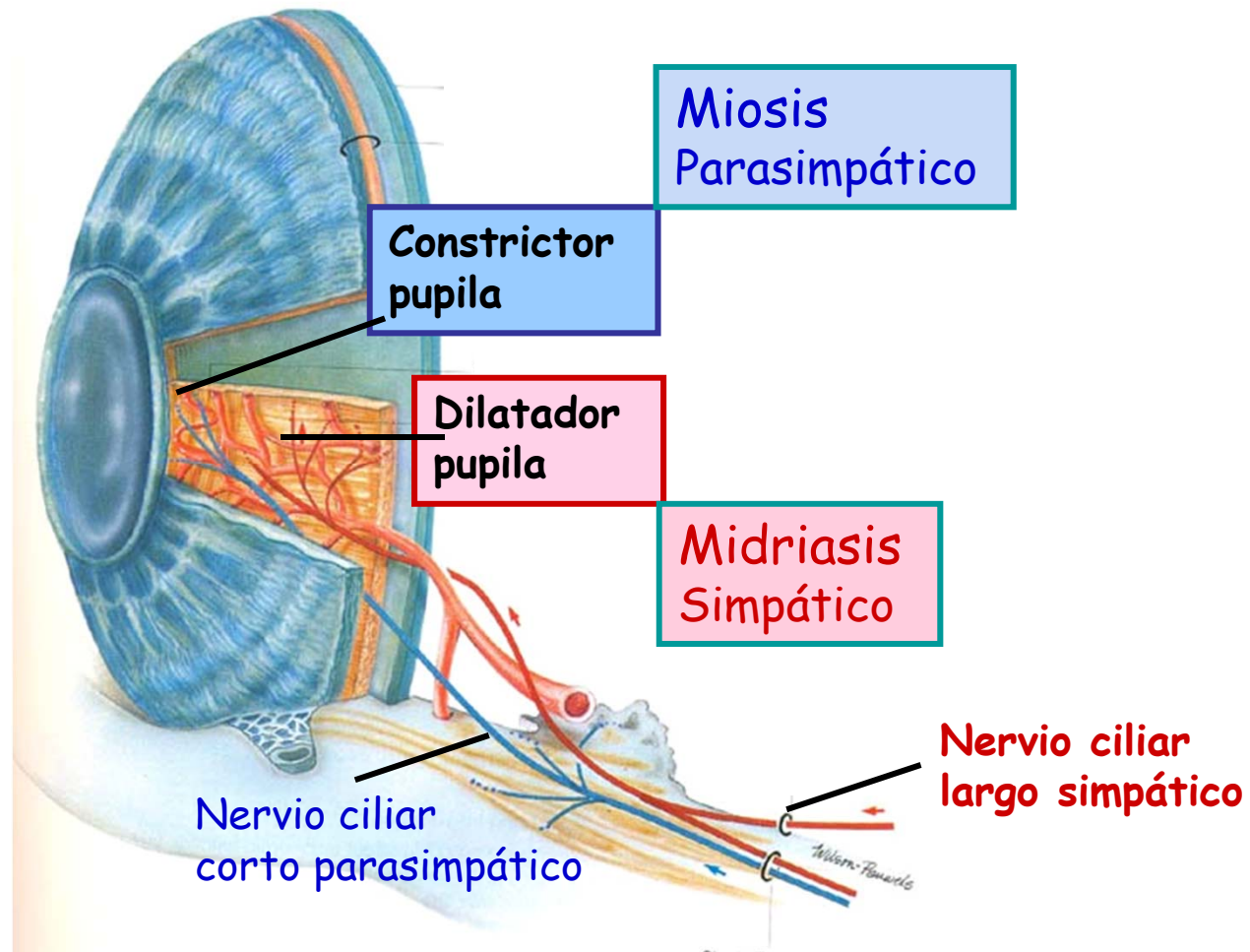
Ganglio  
cervical  
sup

Médula  
T1-T5



## 2. Ojo

IV Acciones en  
órganos y tejidos



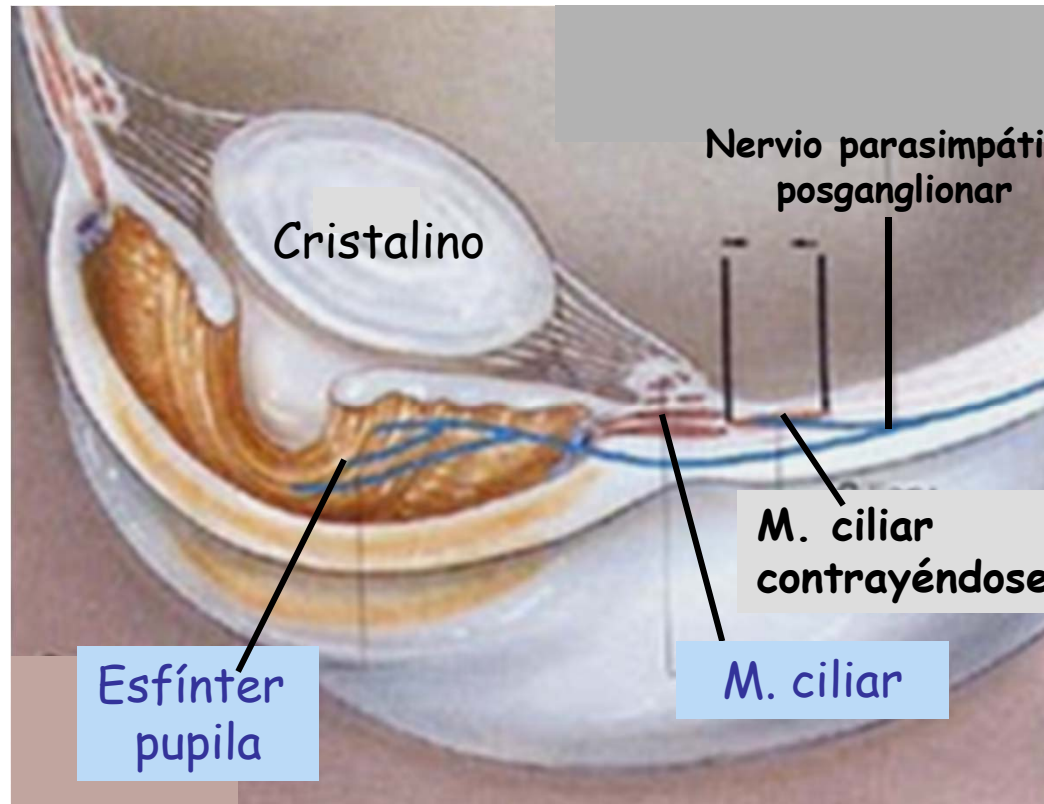
## 2. Ojo \*\*\*

### IV Acciones en órganos y tejidos

Reflejo fotomotor  
Reflejo acomodación

Acomodación  
visión cercana

Miosis



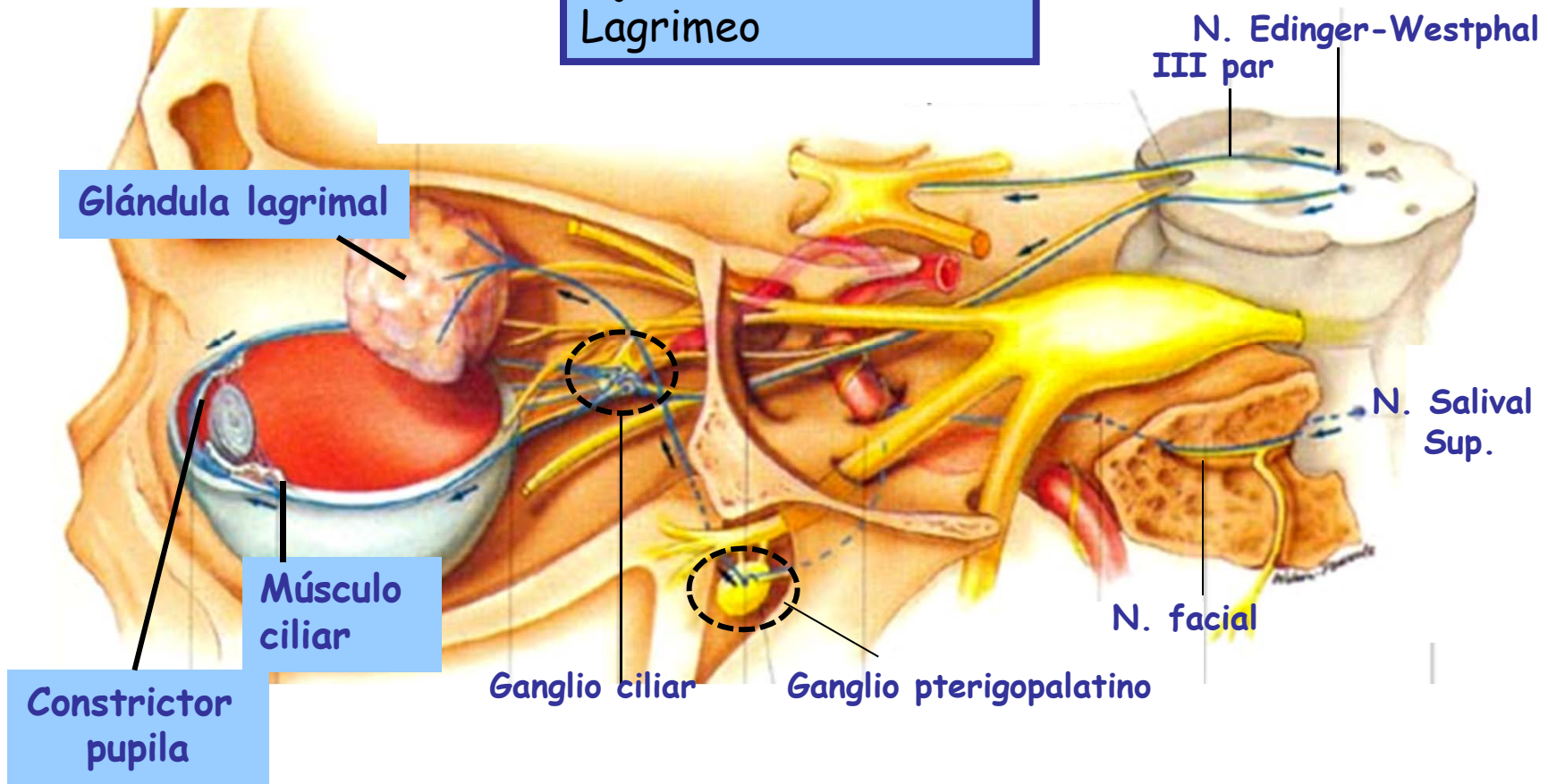
Componente autonómico de la acomodación

## 2. Ojo

\*\*\*

Estimulación  
Parasimpática

Miosis  
Ajuste Visión cercana  
Lagrimeo





### 3. Corazón \*\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

Antagonismo  
dual

ACCIÓN

Simpática

Parasimpática

\*Nodo SA

Aumento frecuencia  
(NE  $\beta 1$ )

Disminución frecuencia  
(ACh M2)

\*Nodo AV

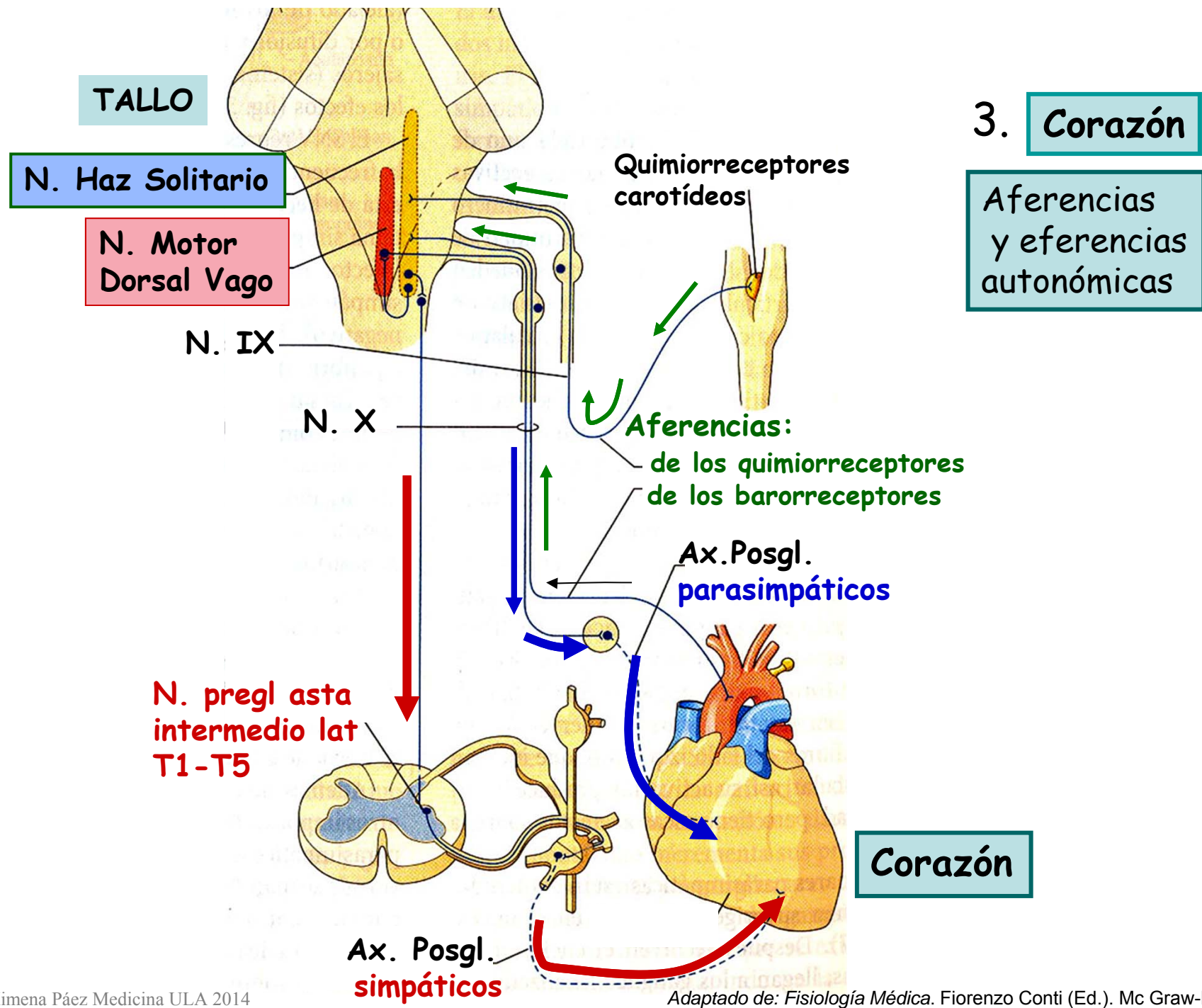
Aumento conducción  
(NE  $\beta 1$ )

Disminución conducción  
(ACh M2)

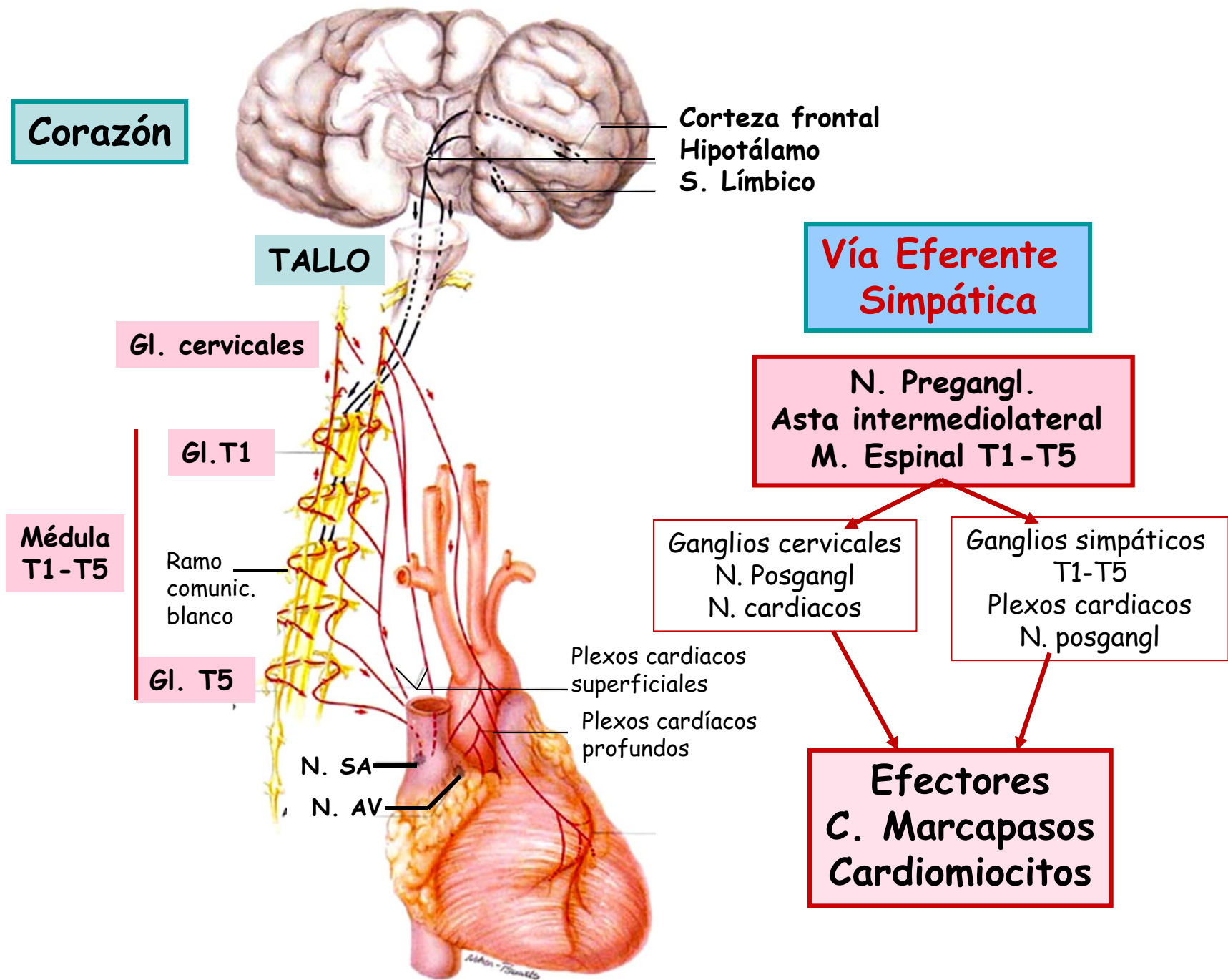
\*Ventrículos

Aumento contractilidad  
(NE  $\beta 1$ )

Disminución contractilidad  
(ACh M2) aurículas



### 3. Corazón



3.

## Corazón



Estimulación  
Simpática

Nodo SA: Aumento frecuencia  
Nodo AV: Aumento conducción  
Ventrículos: Aumento contractilidad

NE  $\beta_1$   
PGs AC  
Fosforilación  
canales  $Ca^{++}$

Respuesta  $\beta_1$   
más lenta  
que M2

### Marcapasos,

- Fosforilación y apertura canales de  $Ca^{++}$
- Entra  $Ca^{++}$ , despolarización
- Se llega más rápido al umbral de disparo de PA
- Aumenta frecuencia PA
- Aumento FC

TAQUICARDIA

### Cardiomiocitos,

- Fosforilación y apertura canales de  $Ca^{++}$
- Se abren más canales, con más frecuencia y mayor duración
- Aumenta  $Ca^{++}$  i
- Aumento contracción

AUMENTA FUERZA  
CONTRACCIÓN

Receptores adrenérgicos

R.  $\beta 1$

\*\*\*

NE

$\beta 1$

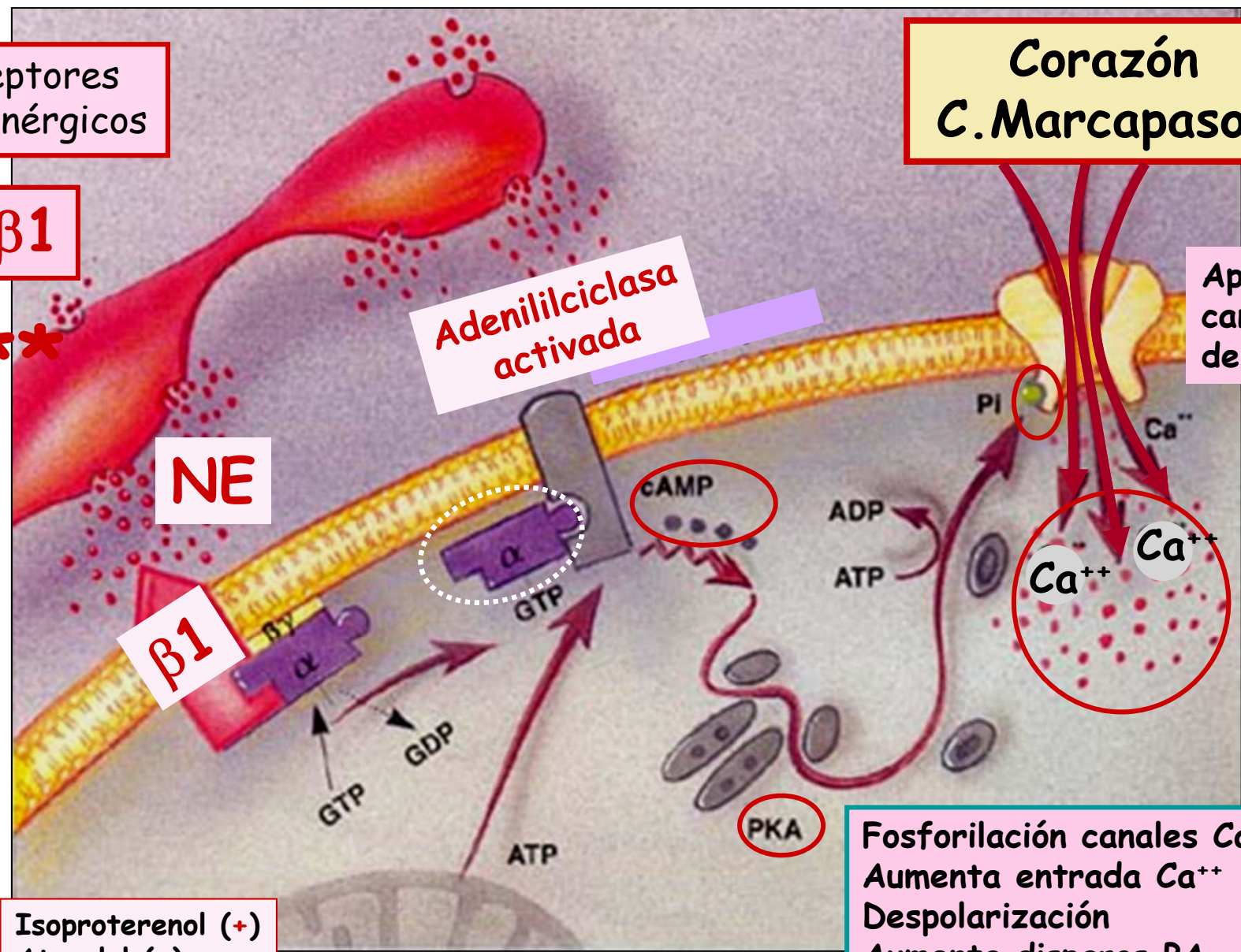
Adenilciclase activada

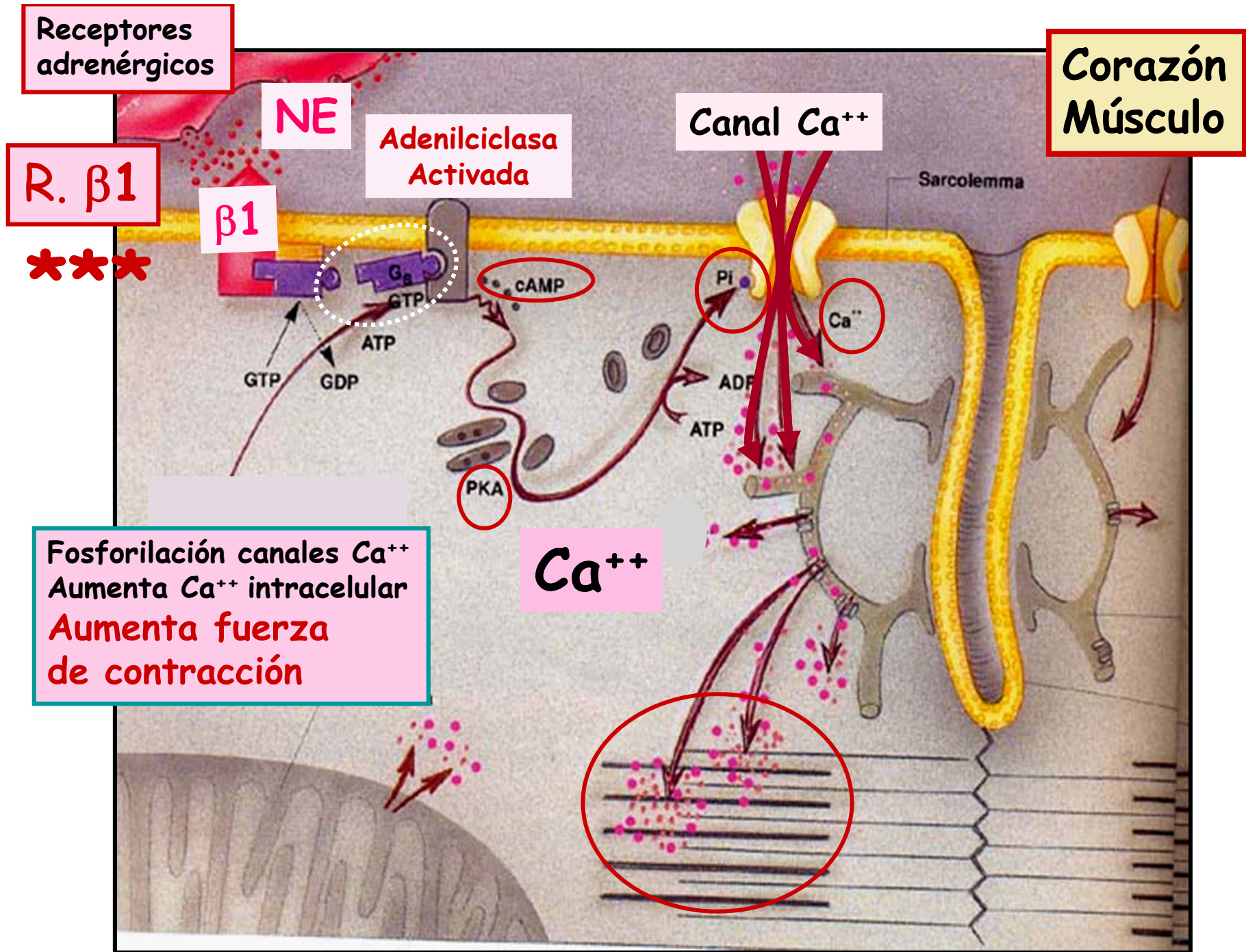
Corazón  
C. Marcapasos

Apertura canal de  $Ca^{++}$

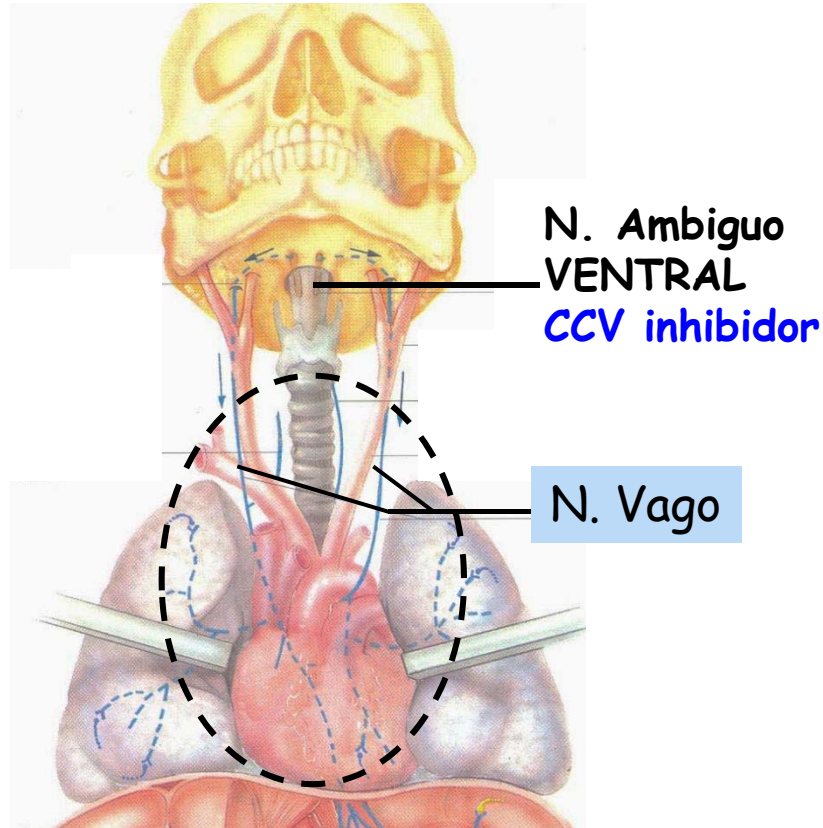
Isoproterenol (+)  
Atenolol (-)

Fosforilación canales  $Ca^{++}$   
Aumenta entrada  $Ca^{++}$   
Despolarización  
Aumenta disparos PA  
**Aumenta FC**





### 3. Corazón \*\*\*



Vía eferente  
Parasimpática

CCV inhibitor  
N. Ambiguo ventral  
N. Preganglionares

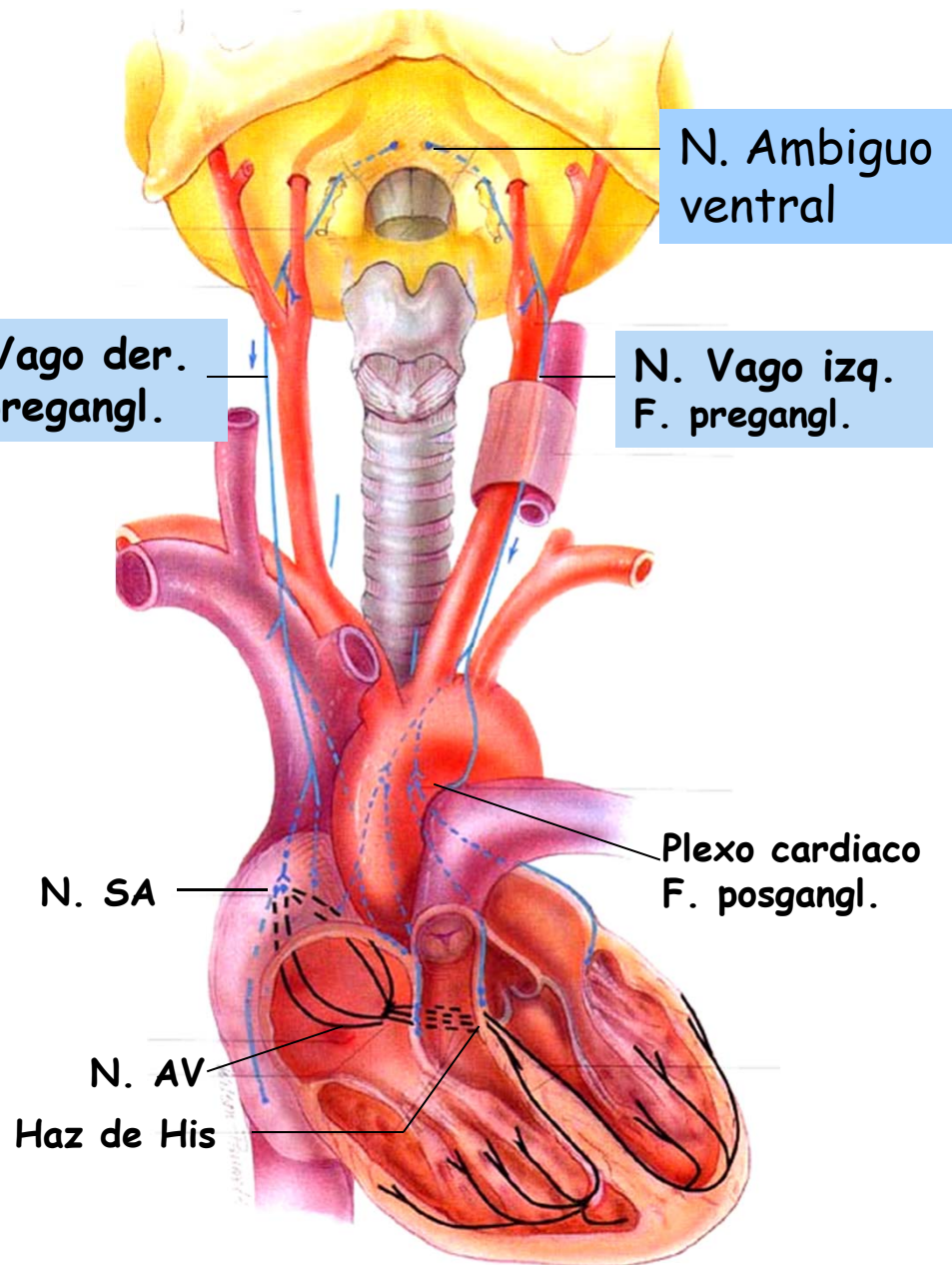
N. vago

Ganglios locales  
N. posganglionares  
Plexos cardiacos

Efectores  
C. Marcapasos  
Cardiomiocitos

### 3. Corazón

Vía eferente  
Parasimpática



### 3. Corazón \*\*\*\*

Estimulación  
Parasimpática

Nodo SA: Disminución frecuencia  
Nodo AV: Disminución velocidad  
de conducción  
Aurículas: Disminución contractilidad

ACh M2  
PGi AC  
 $\beta\gamma$

Respuesta M2  
más rápida  
que  $\beta 1$

#### *C. Marcapasos*

- PGi  $\beta\gamma$  abre canales  $K^+$
- Hiperpolarización
- Disminución tren PA
- Disminución FC

**BRADICARDIA\***

\* Paro vagal

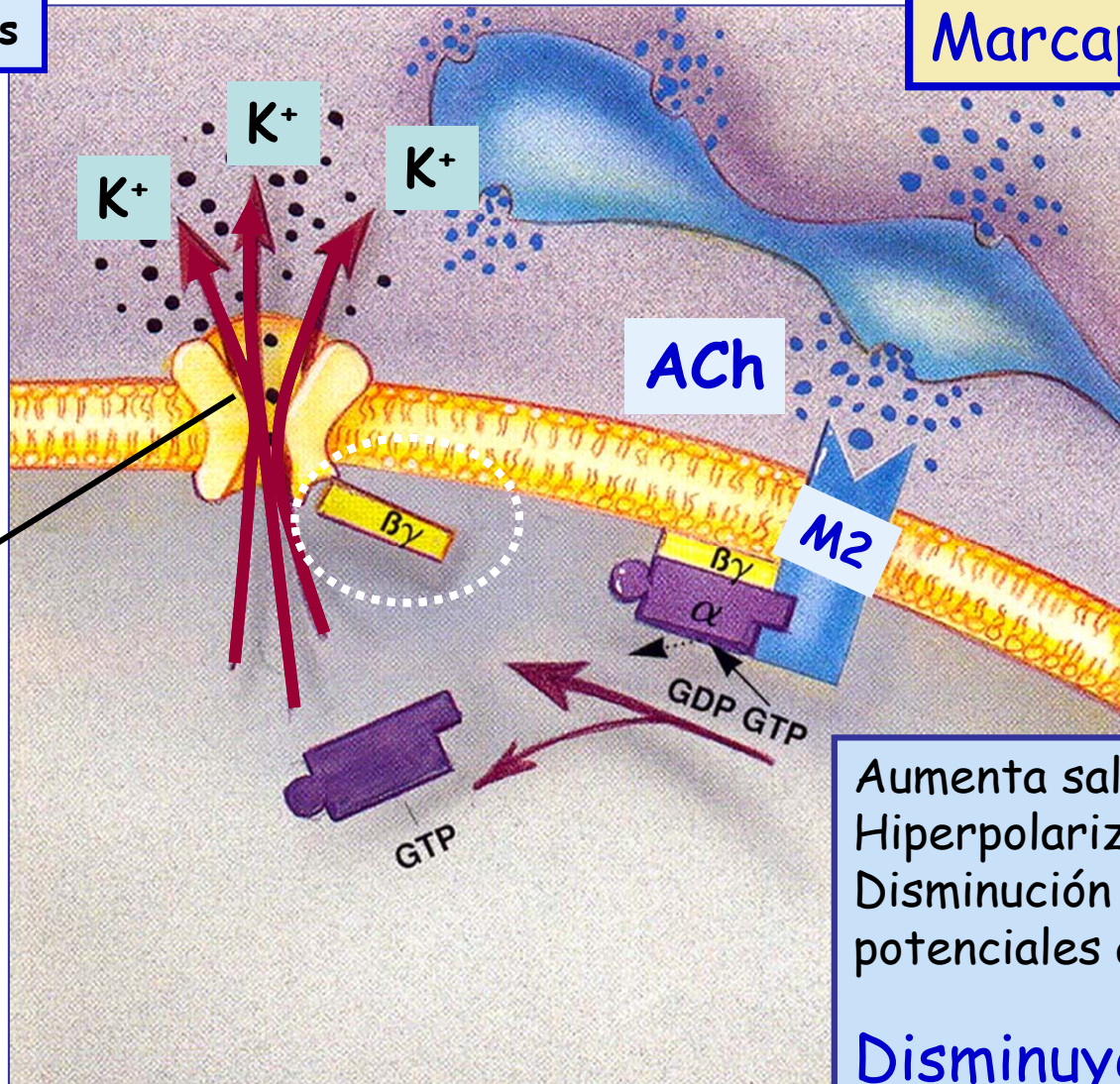
R. Muscarínicos  
Metabotrópicos

Corazón  
Marcapasos

R. M2

\*\*\*

Apertura  
directa  
canal K<sup>+</sup>



Atropina (-)

Aumenta salida K<sup>+</sup>  
Hiperpolarización  
Disminución frec.  
potenciales acción

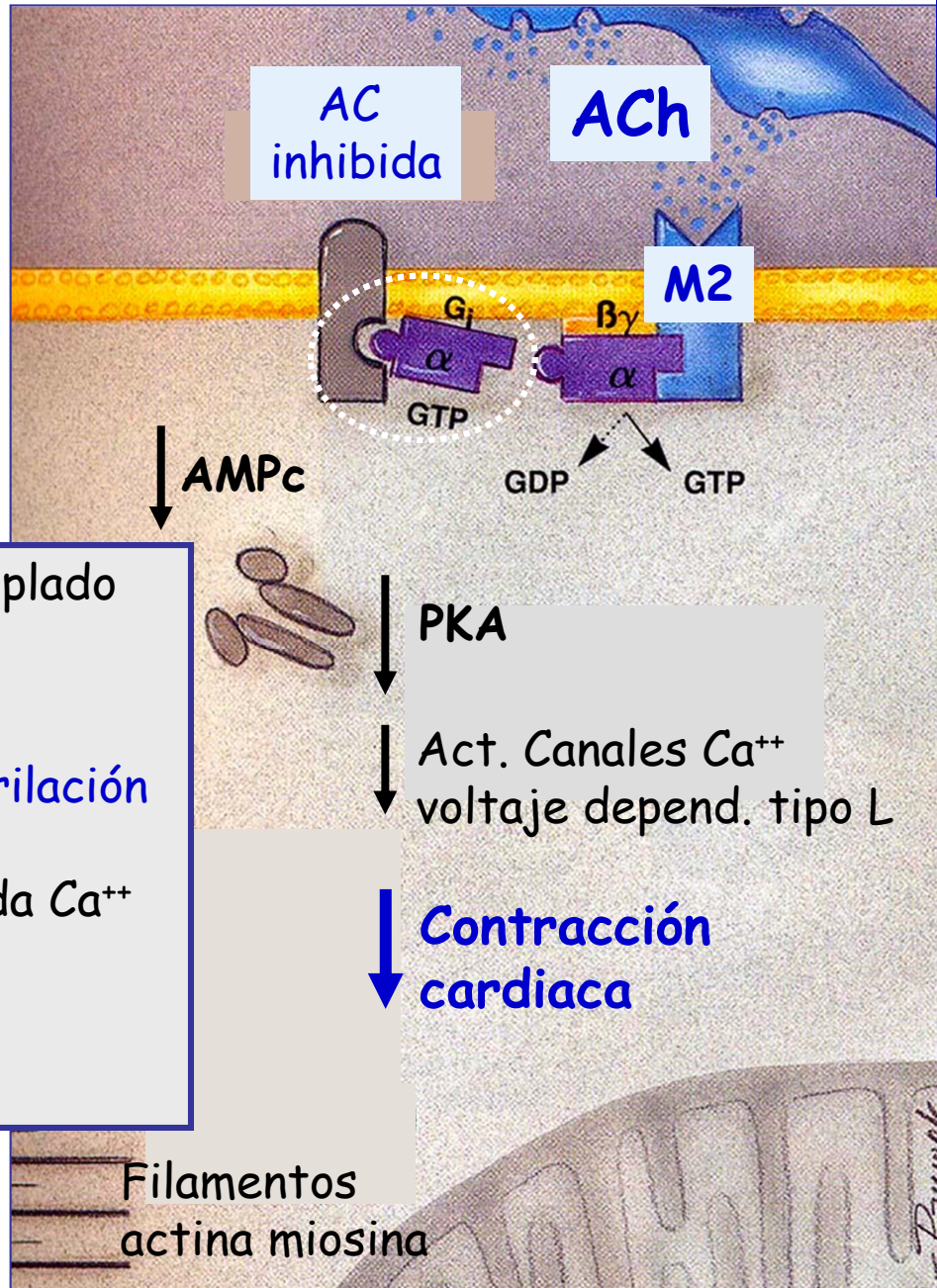
Disminuye FC

R. Muscarínicos  
Metabotrópicos

R. M2

\*\*\*

Receptor M2 acoplado a proteína Gi  
Disminuye AMPc  
Disminuye Fosforilación  
Canales Ca<sup>++</sup>  
Disminuye entrada Ca<sup>++</sup>  
Disminuye  
contracción



Corazón  
Músculo

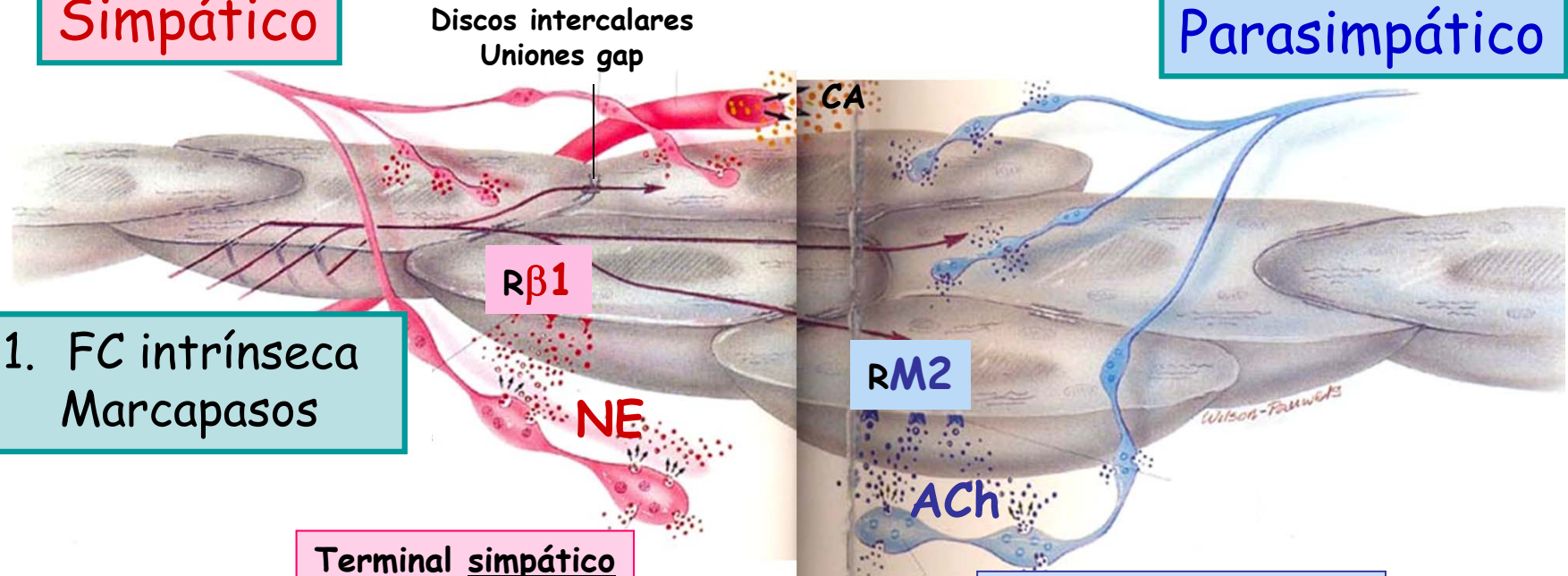
Atropina (-)

### 3. Corazón \*\*\*\*\*

### 2. Modificación FC por SNA

Simpático

Parasimpático



1. FC intrínseca  
Marpapasos

Terminal simpático  
Posgangl  
adrenérgico  
Aumenta FC

Terminal parasimpático  
Posgangl colinérgico  
Disminuye FC

En Estrés  
domina tono  
simpático

En Reposo  
domina tono  
parasimpático

### 3. Corazón \*\*\*\*

#### Potencial de Acción de Marcapaso

4: Despolarización lenta

$\downarrow g_{K^+}$ ,  $\uparrow g_{Na^+}$ ,  $Ca^{++}$

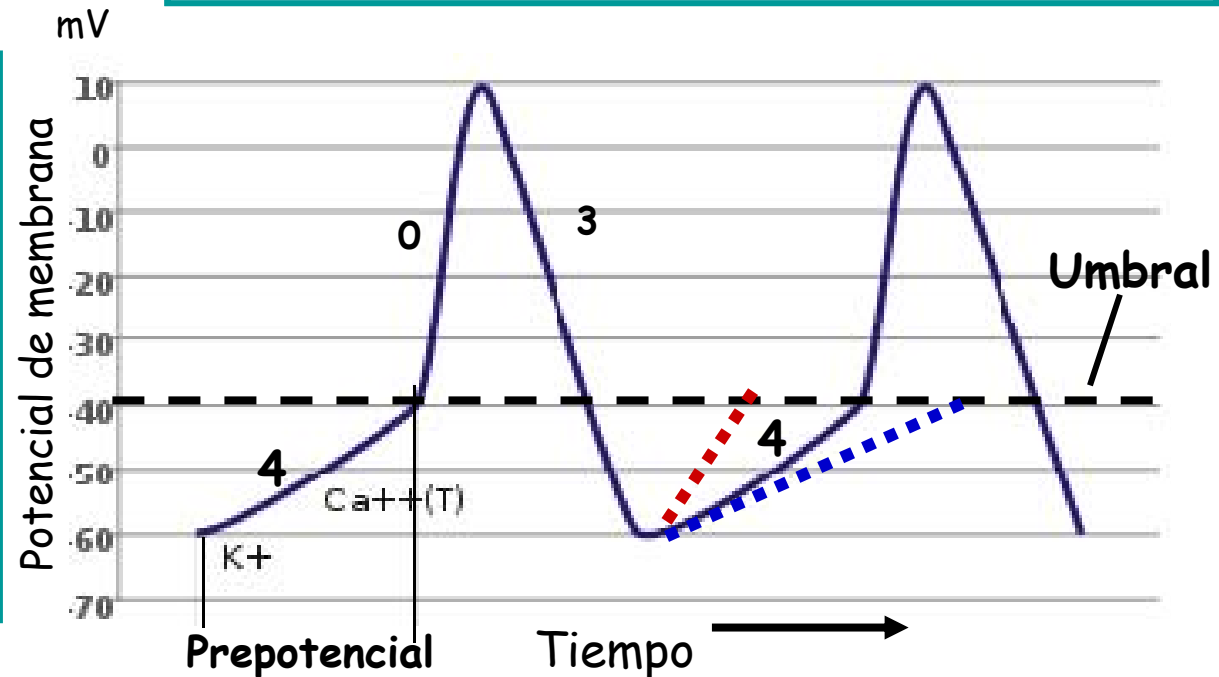
0: Disparo

lenta entrada  $Ca^{++}$

3: Repolarización

inactivación rápida  
canales  $Ca^{++}$

$\downarrow g_{Na^+}$   $\uparrow g_{K^+}$



¿Qué hace  
el SNA?

#### Parasimpático

RM2 PG  $\beta\gamma$  abre canales  $K^+$

Hiperpolarización

Disminución frecuencia PA

**Disminución FC**

#### Simpático

R $\beta$ 1 PGs

Aumenta AMPc, PKA,

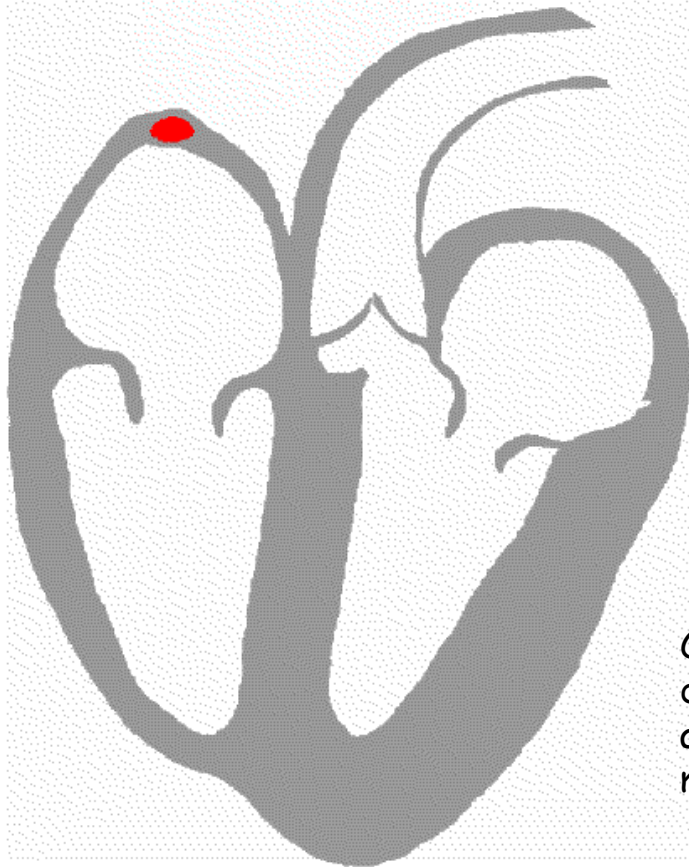
Fosforilación canales  $Ca^{++}$

Despolarización

Aumento frecuencia PA

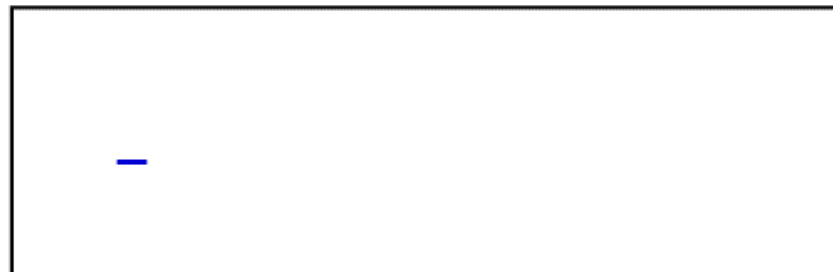
**Aumento FC**

# Inervación Corazón



Conducción impulso nervioso desde tejido marcapaso N. sinusal a todo el corazón y contracción miocárdica

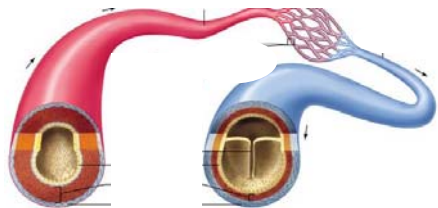
EKG



4.

# Vasos

\*\*\*



IV Acciones en órganos y tejidos

Predomina tono simpático

## ACCIÓN

Inervación dual Antagónica

Simpática

Parasimpática

Cabeza y pelvis

Dilatación (ACh M3)

Art. Coronarias

Dilatación (NE, E  $\beta 2$ )

Art. Pulmonares

Dilatación (NE, E  $\beta 2$ )

Art. M. esquelético

Dilatación (NE, E  $\beta 2$ )

Todos los otros vasos

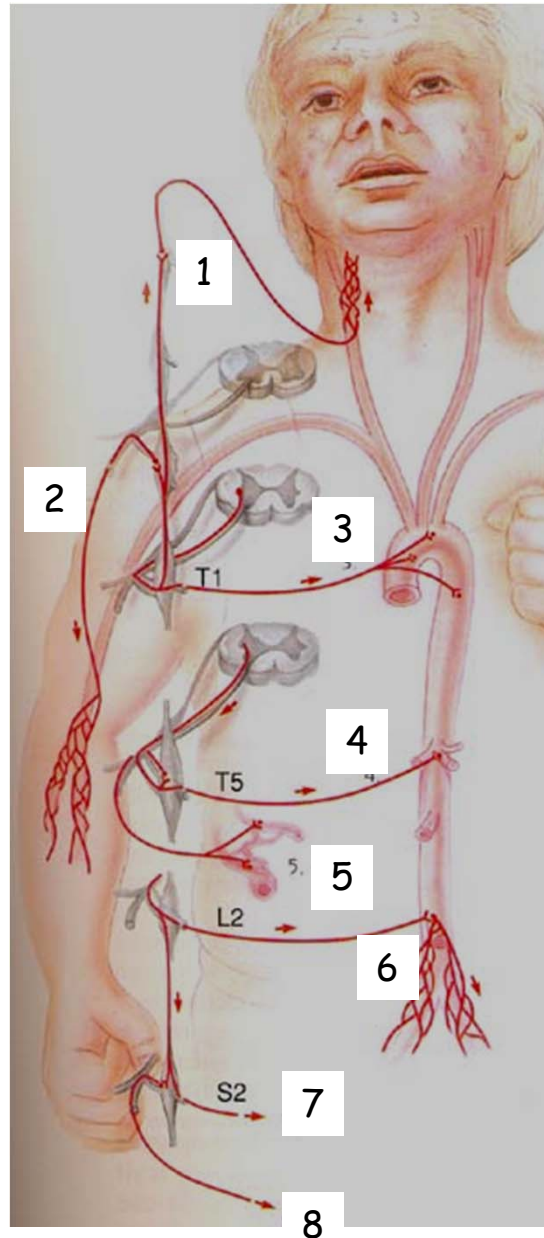
Constricción (NE  $\alpha 1$ )

## IV Acciones en órganos y tejidos

1. Cabeza cuello
2. Miembro Sup.
3. Vísceras torácicas
4. Vísceras abd. Sup.
5. Pared
6. Vísceras abd. Inf.
7. Órganos pélvicos
8. Miembro Inf.

Cabeza y pelvis  
inervación dual

Resto cuerpo  
sólo **simpática**



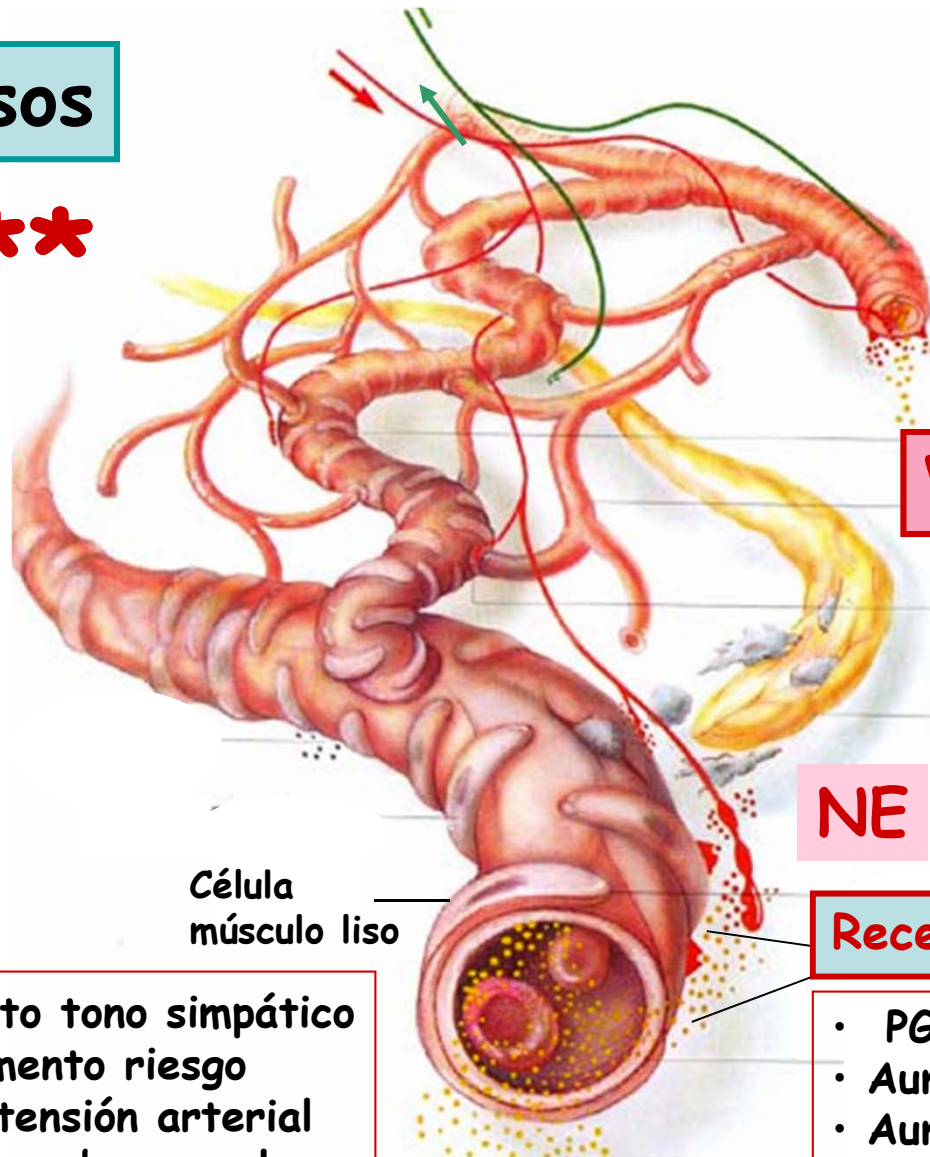
## 4. Vasos

Inervación Tónica  
Simpática mantiene  
Presión arterial \*\*

- **Vasoconstricción**  
**NE  $\alpha$ 1**
- **Vasodilatación E  $\beta$ 2**  
Coronarias, pulmonares, vasos  
músculo esquelético
- En algunos vasos, dilatación  
simpática colinérgica piel y  
genitales.  
Los axones colinérgicos liberan  
**ACh** que causa generación de  
**óxido nítrico (NO) en endotelio**

## 4. Vasos

\*\*\*



Estimulación  
Simpática

Vasoconstricción

Contracción  
músculo liso

NE

Receptores  $\alpha_1$

\* Aumento tono simpático  
Aumento riesgo  
Hipertensión arterial  
Enf. cerebrovascular

- $PG_q$  - PLC
- Aumento IP3
- Aumento  $Ca^{++}$  i
- Contracción m. liso

Receptores  
adrenérgicos

\*\*\*

Músculo liso  
Vascular

R.  $\alpha_1$

NE

Fosfolipasa C

$\alpha_1$

$\beta\gamma$

GTP

GTP

GDP

IP3

Ca<sup>++</sup>

IP<sub>3</sub> receptor

Aumenta Ca<sup>++</sup> intracelular  
Aumenta contracción músculo liso  
**Vasoconstricción**

Fenilefrina (+)  
Prazosin (-)

## 4. Vasos \*\*\*

Control Autonomico  
Presión Arterial

### Presión arterial:

- Gasto cardíaco  
(volumen sistólico x frecuencia cardíaca)
- Resistencia total de los vasos

Tono **simpático** vascular  
( **$\alpha 1$** )

Determina la resistencia vascular y mantiene estable la presión arterial

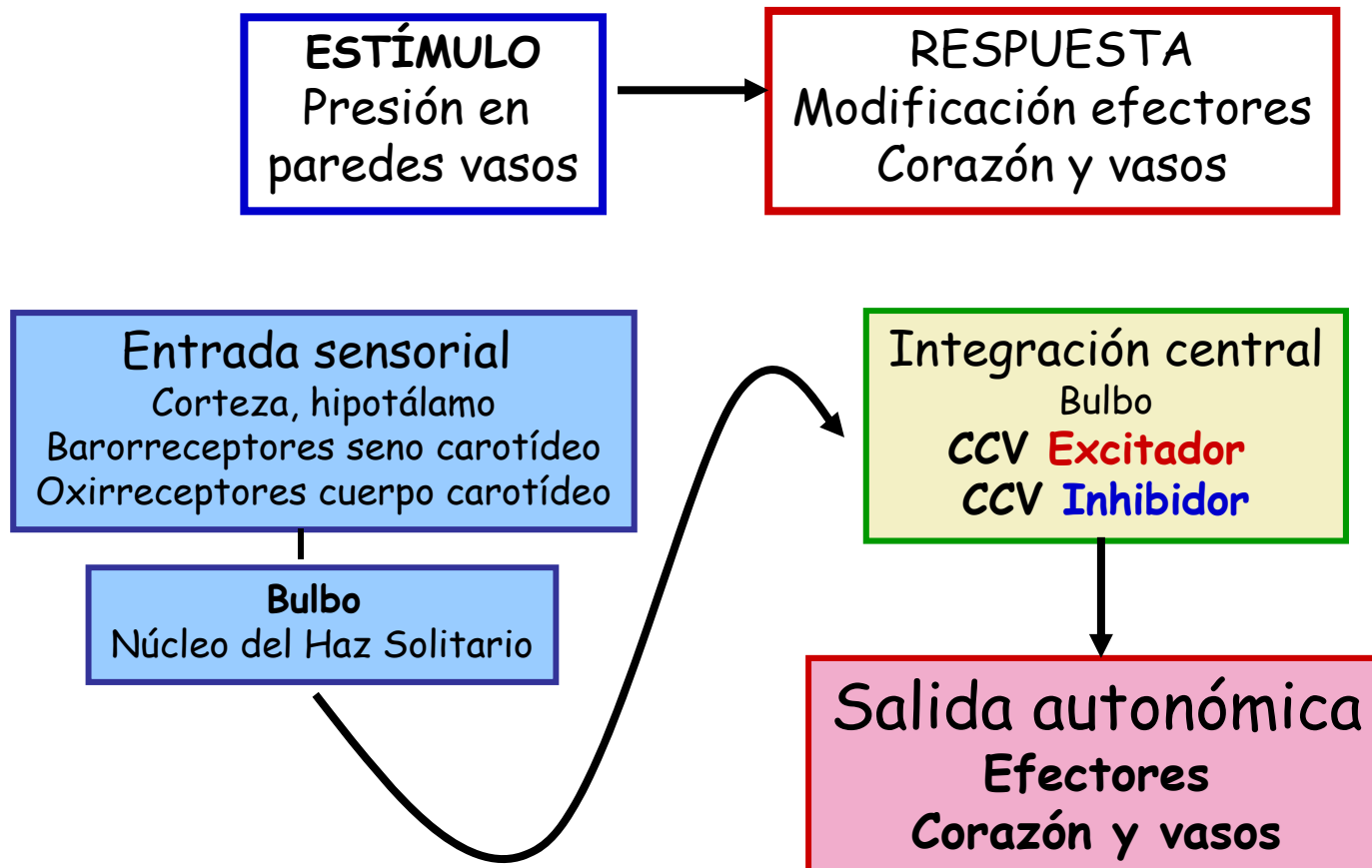
Reflejo Barorreceptor

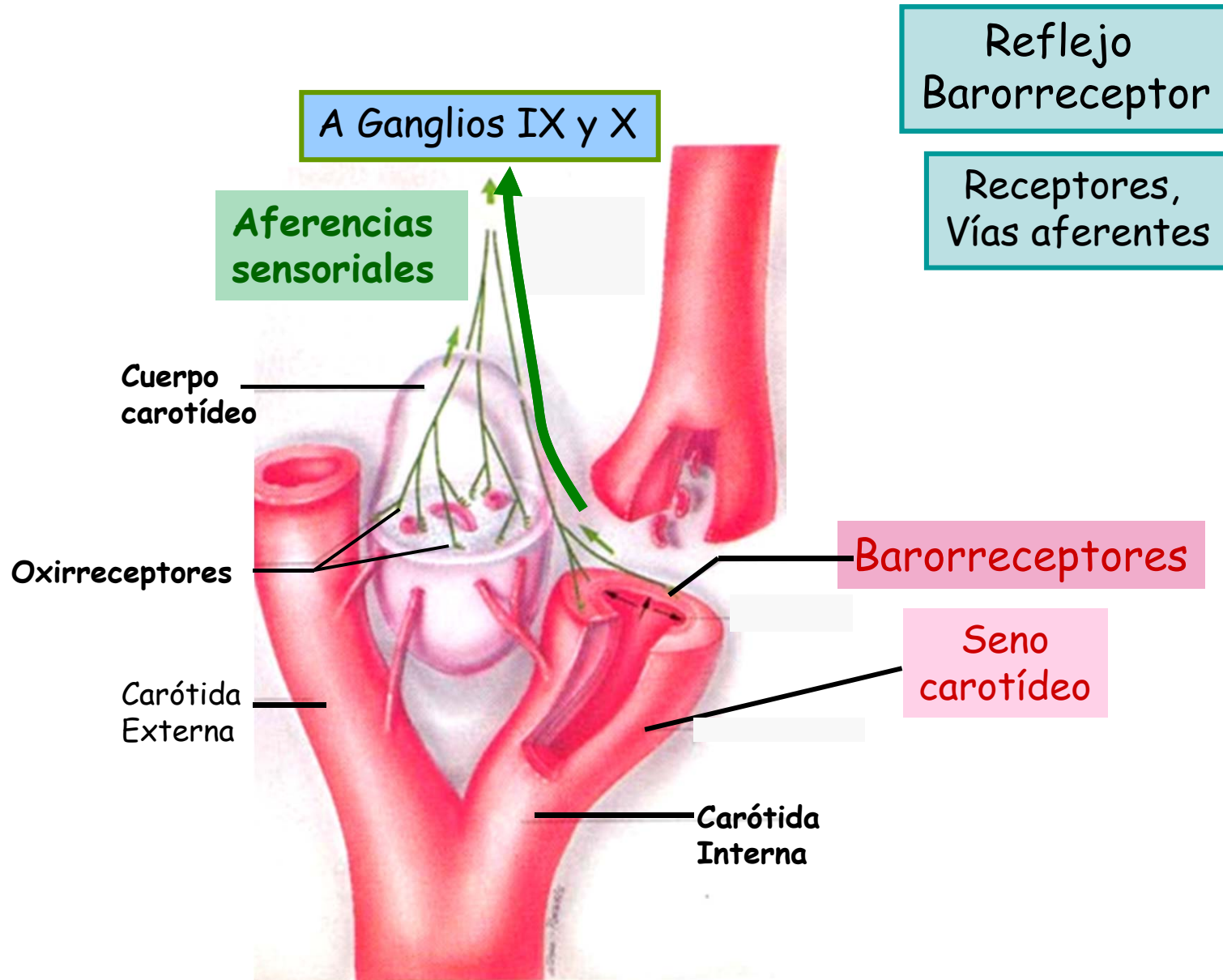
**Control autonómico reflejo**  
En cambios rápidos  
que duran minutos u horas

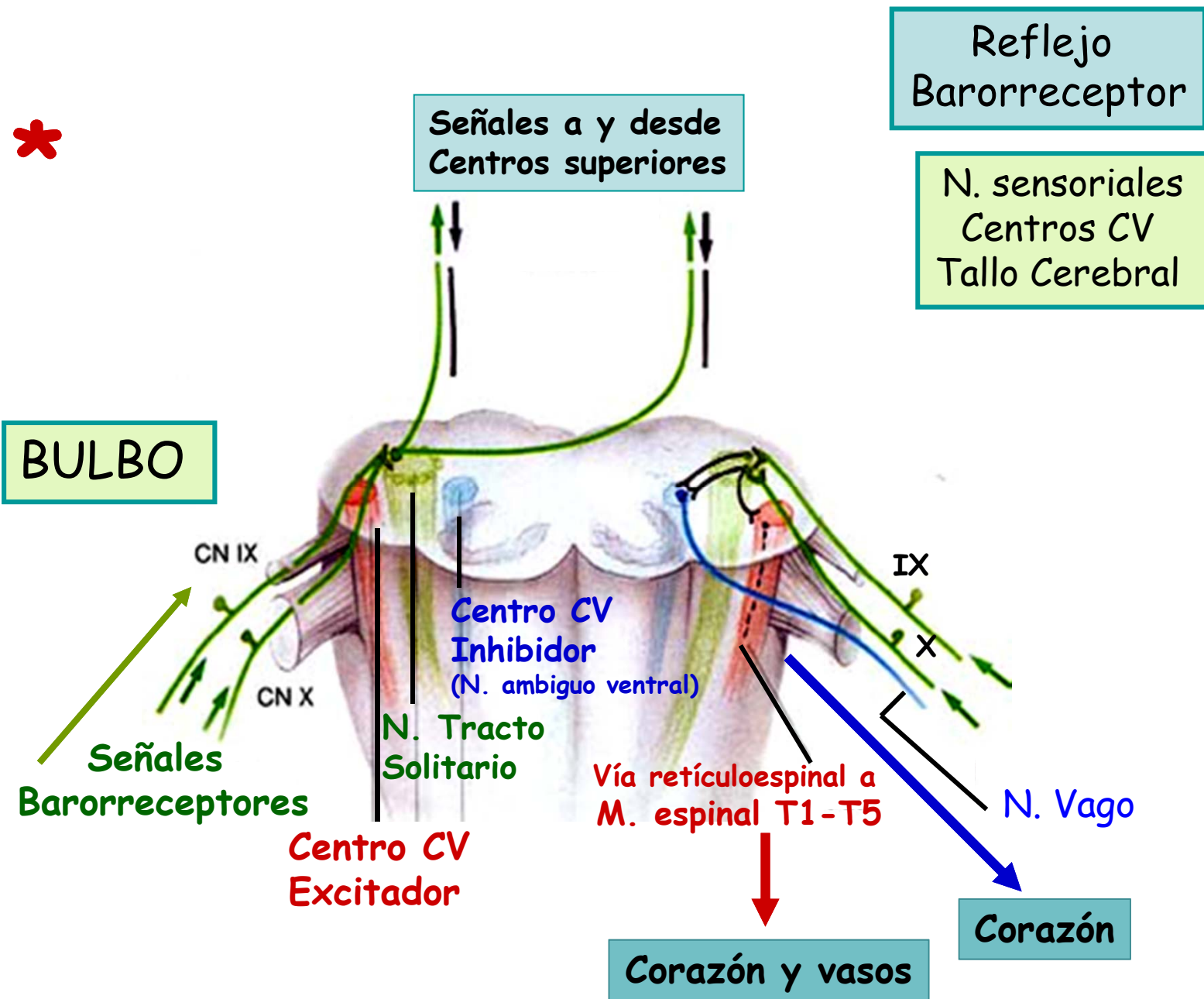
# 4. Vasos \*\*\*

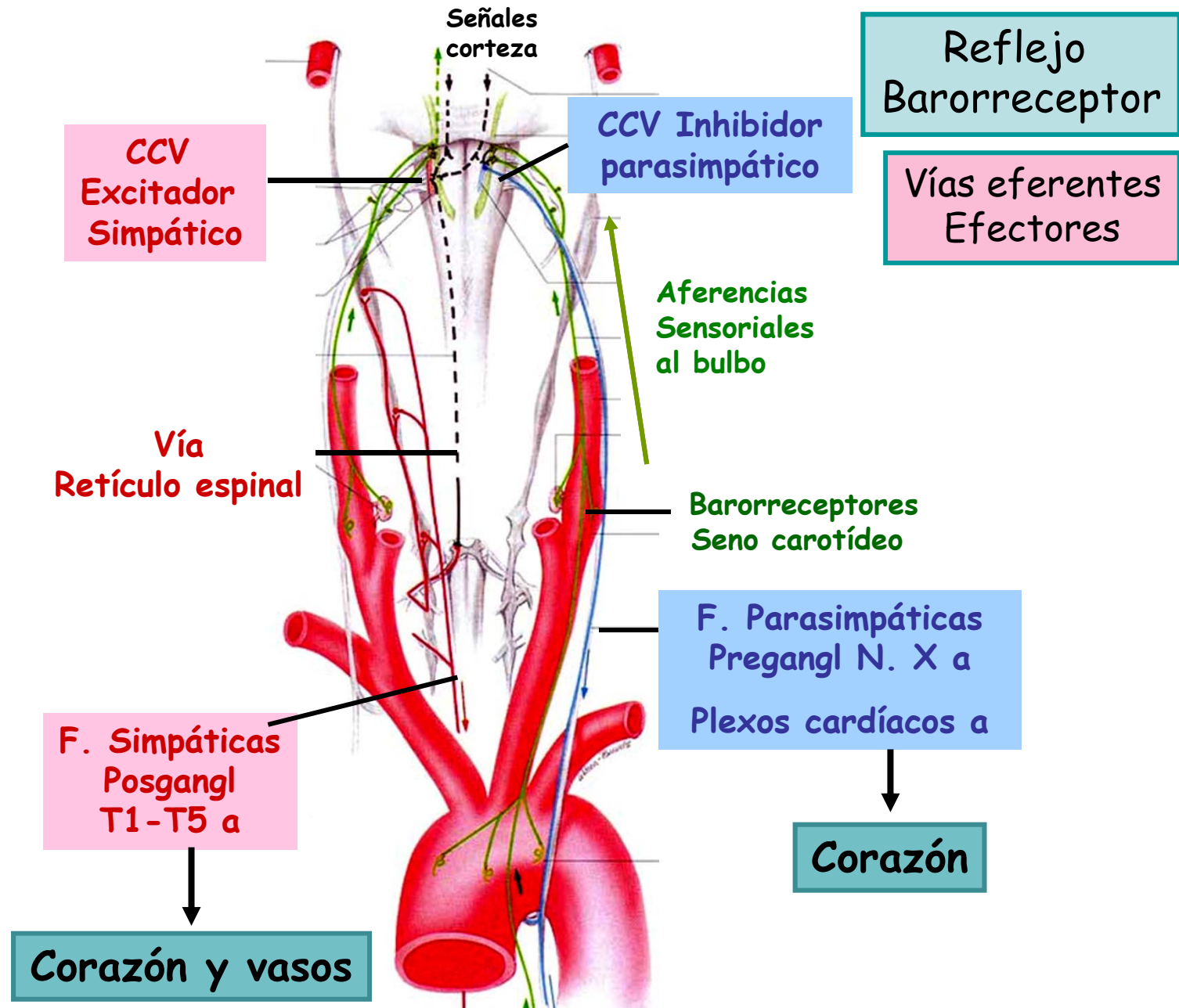
Control Autónomo  
Presión Arterial

## Reflejo Barorreceptor



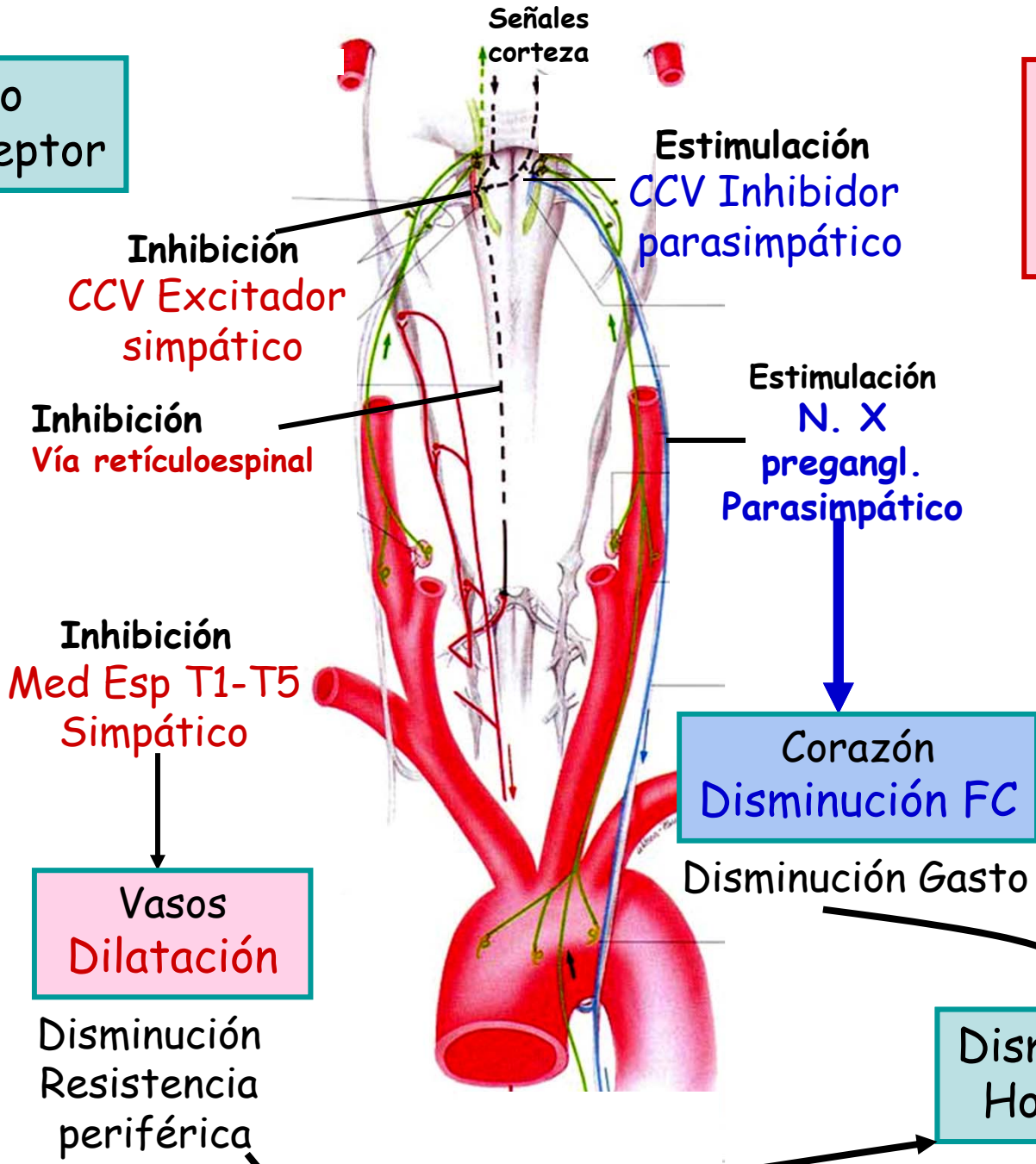






Reflejo Barorreceptor

\*\*\*



Aumento Presión Arterial

Disminución PA Homeostasis

Reflejo  
Barorreceptor



IV Acciones en  
órganos y tejidos

## Regulación Presión Arterial

### Aumento Presión Arterial

- Aumento disparos barorreceptores
- Información a N. tracto solitario
- Estimulación centro **CV inhibitor**
- **Disminuye FC**
- Disminuye gasto cardíaco
- **Inhibición centro CV Excitador**
- **Vasodilatación**

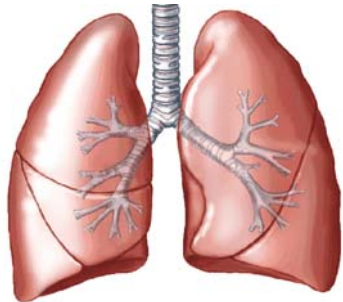
**Disminuye PA**

### Disminución Presión Arterial

- Disminución disparos barorreceptores
- Información a N. tracto solitario
- Estimulación centro **CV excitador**
- **Aumenta FC, Vasoconstricción**
- Aumenta gasto cardíaco
- Aumenta resistencia periférica
- **Inhibición centro CV inhibitor**

**Aumenta PA**

Barorreceptores son muy sensibles a cambios rápidos de PA,  
pero se adaptan a cambios a largo plazo



## 5. Pulmones \*\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

### ACCIÓN

Antagonismo  
dual

Simpática

Parasimpática

Músculo  
Bronquial

Relajación (**E β2**)

Contracción (**ACh M3**)

Glándulas  
Bronquiales

Disminuye secreción  
(**NE α1**)

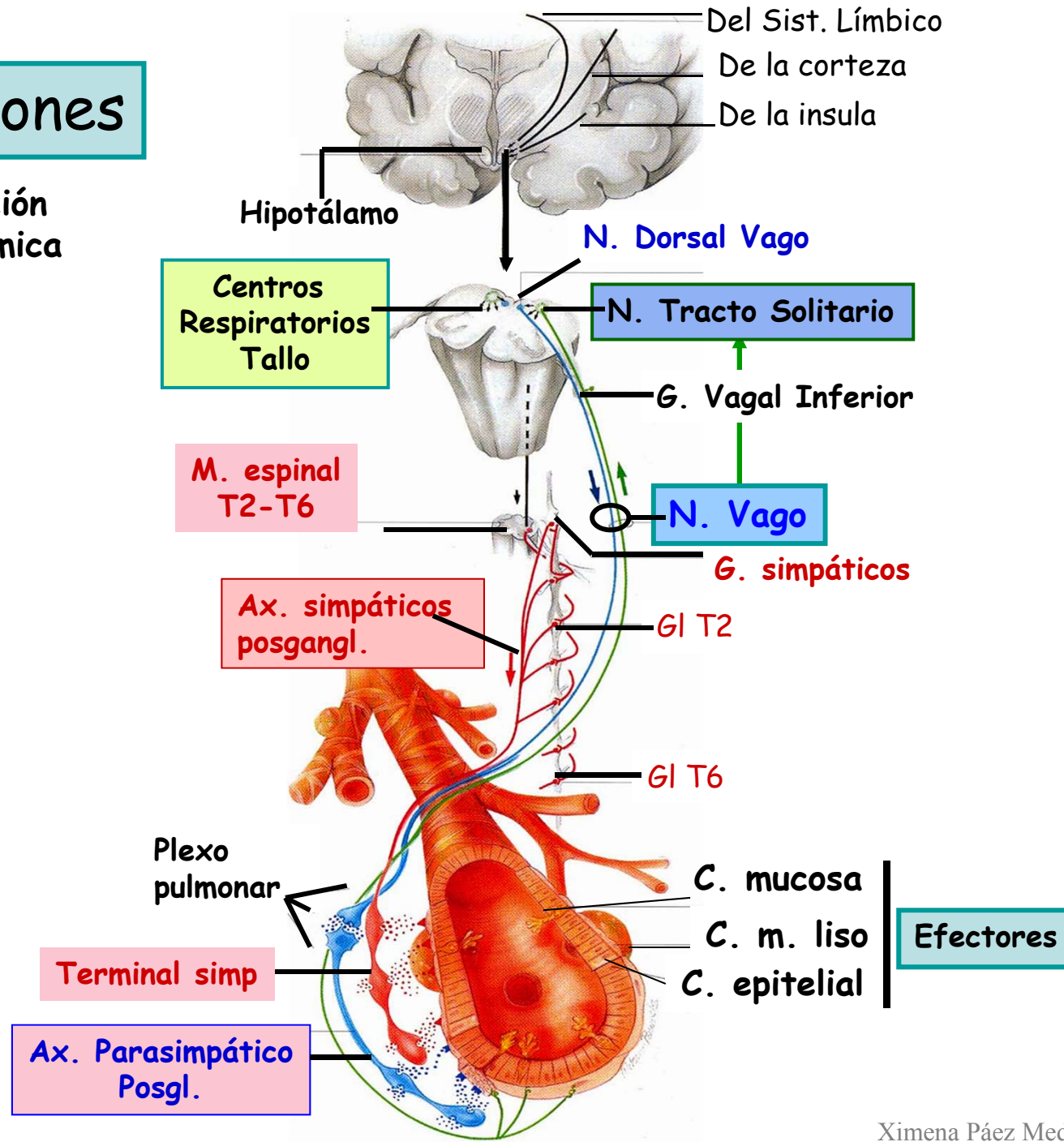
Aumento Secreción (**ACh M3**)

Vasos

Vasodilatación (**E β2**)

# 5. Pulmones

Inervación  
Autonómica



# 5. Pulmones

\*\*\*

Estimulación Simpática

NE  $\beta_2$  PGs AC  
Fosforilación canales de  $K^+$

Broncodilatación  
Vasodilatación

Estimulación parasimpática

ACh M3 PGq PLC

$\uparrow Ca^{++}$

Broncoconstricción  
Aumento secreción

\* Ojo! Drogas parasimpaticomiméticas en asmáticos

Del hipotálamo

Centro respiratorio  
Bulbo

N. Frénico  
(C3-C5)

Estimulación Somática Pulmones

G. Cervical sup  
Plexo pulmonar

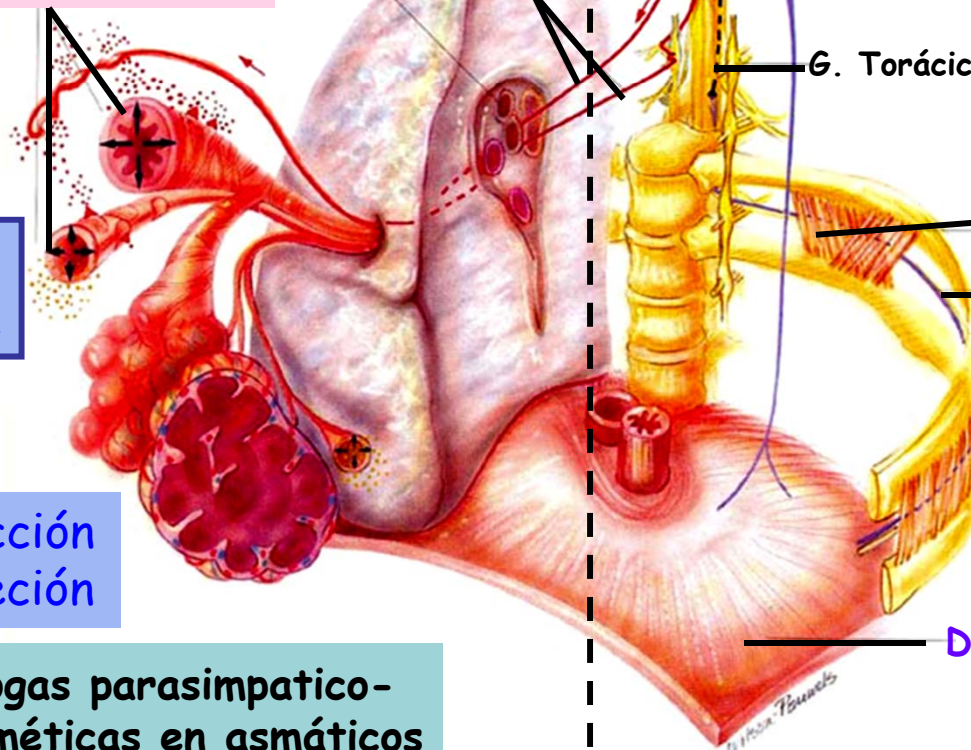
G. Torácico sup.

Musc. Intercostales

N. intercostal

Contracción Diafragma  
M. Intercostales

Diafragma





IV Acciones en órganos y tejidos

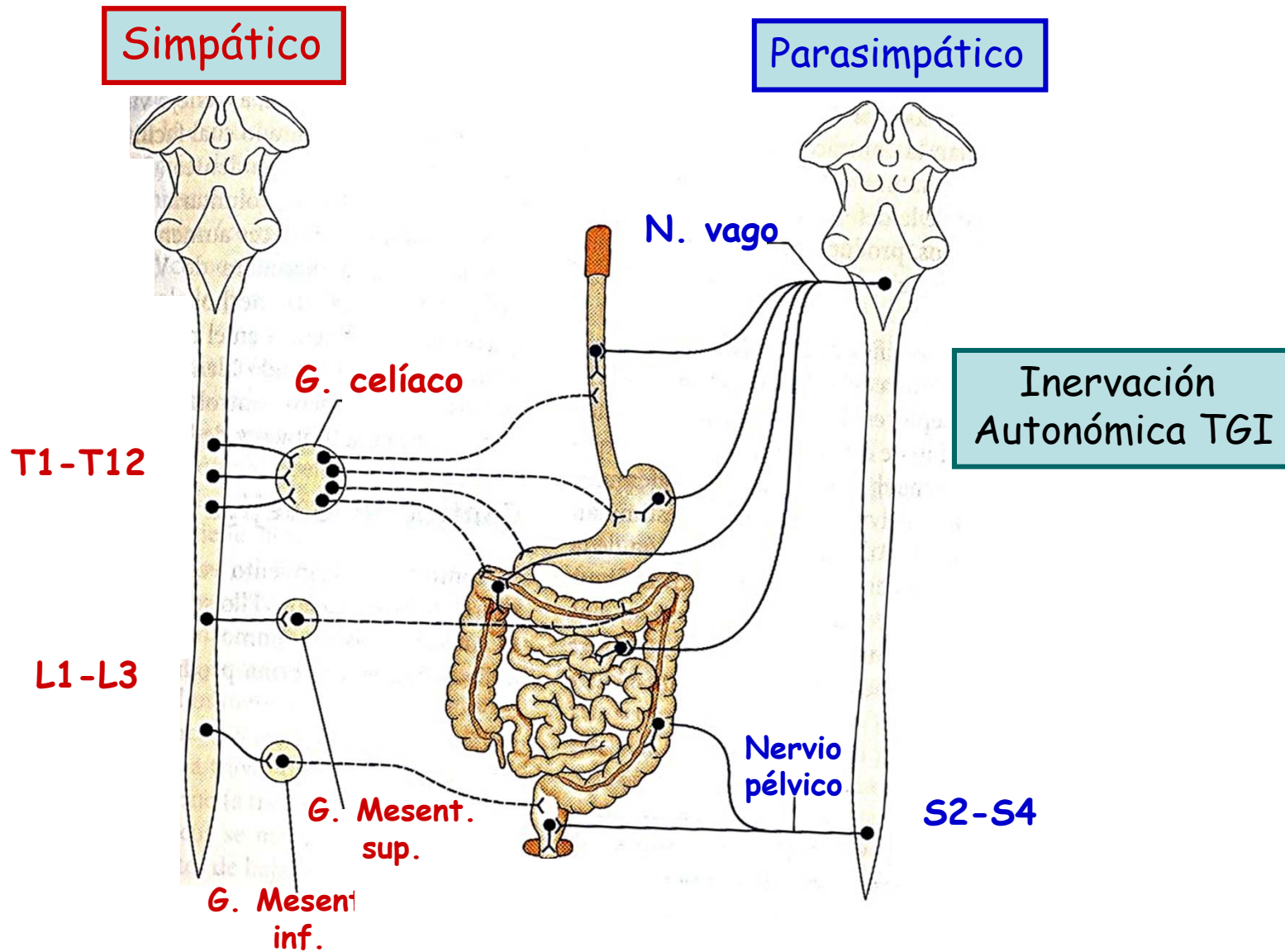
6. T. Gastrointestinal (TGI) \*\*\*

ACCIÓN

Antagonismo dual	Simpática	Parasimpática
*M. liso pared	Relajación (NE $\alpha 2$ )	Contracción (ACh M3)* Favorece avance orocaudal
*Esfínteres	Excitación (NE $\alpha 1$ )	Inhibición (ACh M3)
*Secreción	Disminución (NE $\alpha 2$ )	Aumento (ACh M3)

\* Cuidado parasimpaticomiméticos en asmáticos

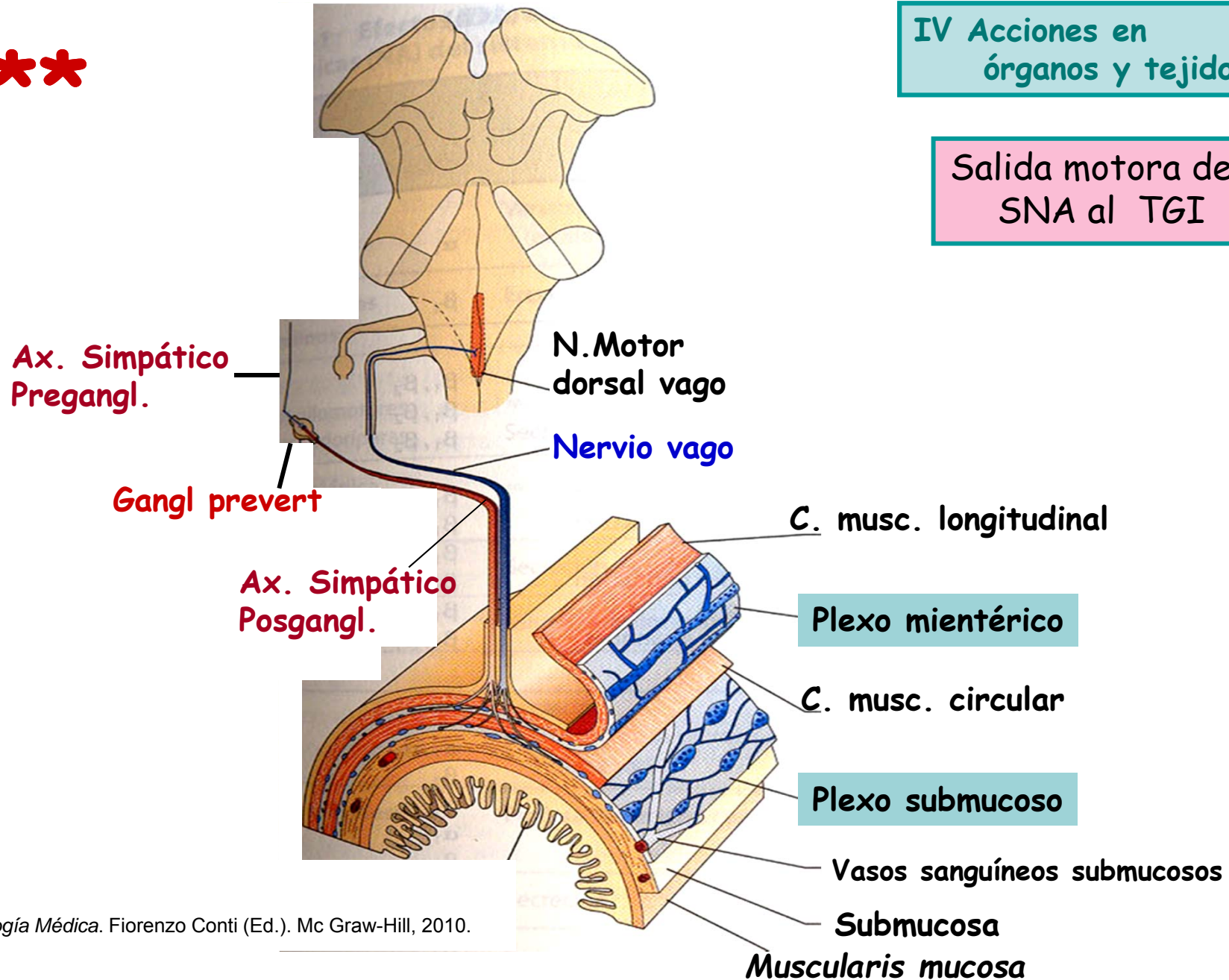
\*\*\*



\*\*\*

IV Acciones en órganos y tejidos

Salida motora del SNA al TGI



Fisiología Médica. Fiorenzo Conti (Ed.). Mc Graw-Hill, 2010.

6.

**TGI**

\*\*\*

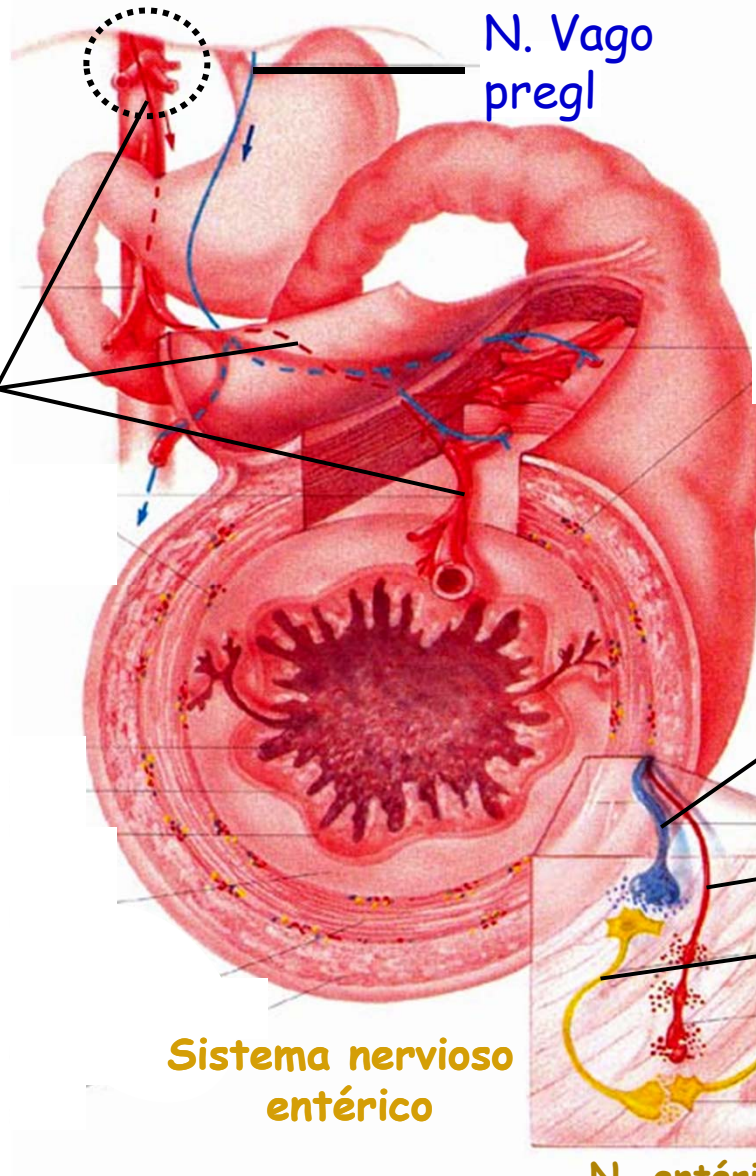
**Simpático  
Inhibe TGI**

**F. Posgl  
simpática**

**Gl. PREaórtico**

**N. Vago  
pregl**

**Parasimpático  
Estimula TGI**  
Contracción muscular  
Relajación esfínteres  
Aumento secreciones



**F. Pregl  
parasimpática**

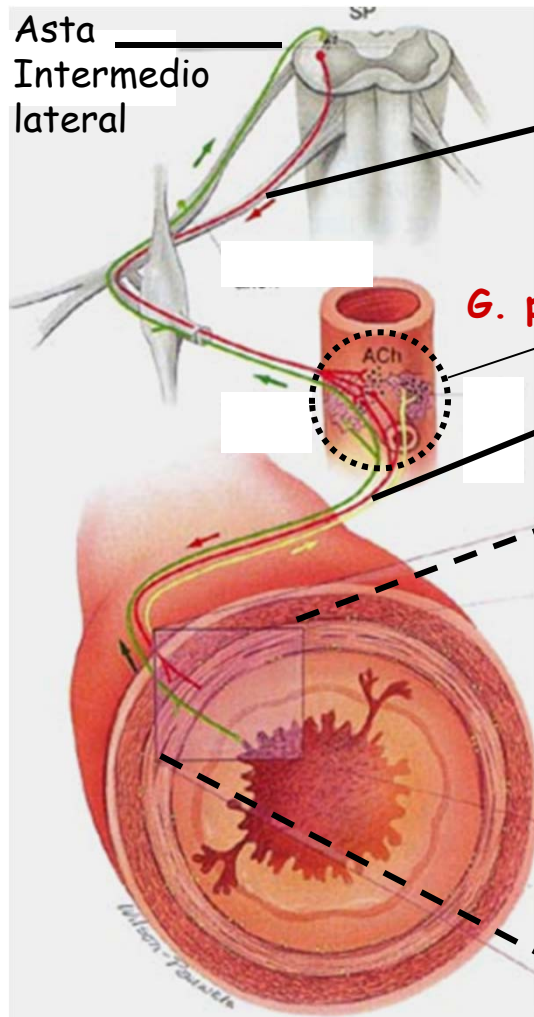
**N. Posgl  
simpática**

**F. Posgl  
Parasimpática  
= N. entérica**

**Sistema nervioso  
entérico**

**N. entéricas**

# 6. TGI



**F. PREgl. simpáticas**

**F. POSgl. simpáticas**

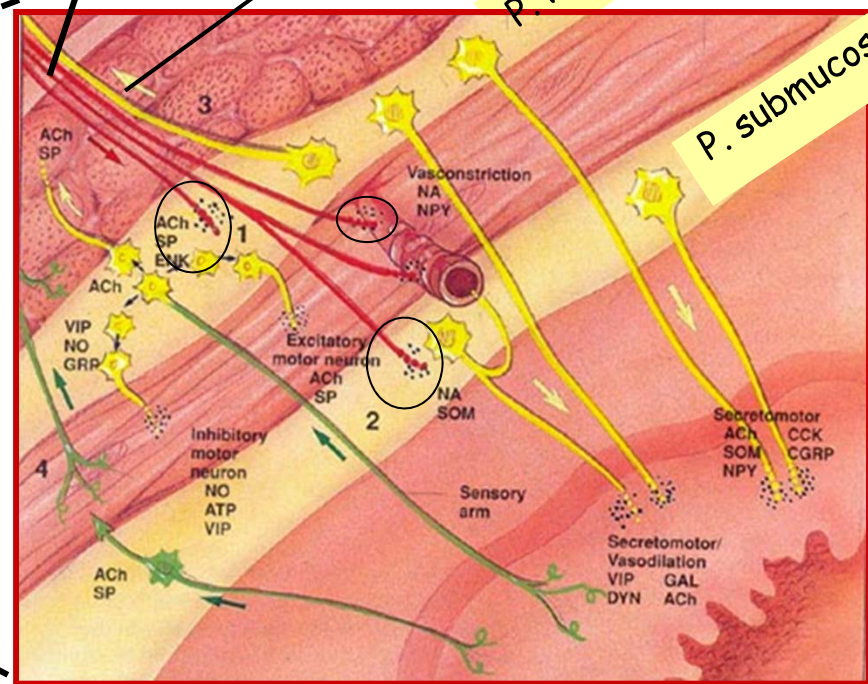
**G. preaórtico**

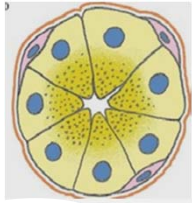
**F. enterofugales**

**\*\*\* Simpático**  
 Inhibe secreción, y motilidad GI  
 Produce vasoconstricción

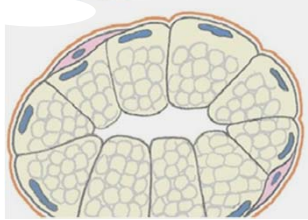
**P. mientérico**

**P. submucoso**





# 7. Glándulas \*\*\*



## ACCIÓN

### Simpática

### Parasimpática \*

Lagrimal

Secreción limitada (NE  $\alpha 1$ )

Secreción copiosa (ACh M3)

Inervación dual complementaria

→ Salivales

Secreción viscosa efecto menor (NE  $\alpha 1$ )  
Sec. ptialina (NE  $\beta$ )

Secreción profusa acuosa, efecto mayor (ACh M3)

Nasofaríngeas

—

Secreción (ACh M3)

TGI

Inhibición (NE  $\alpha 2$ )

Secreción (ACh M3)

TGU

—

Secreción (ACh M3)

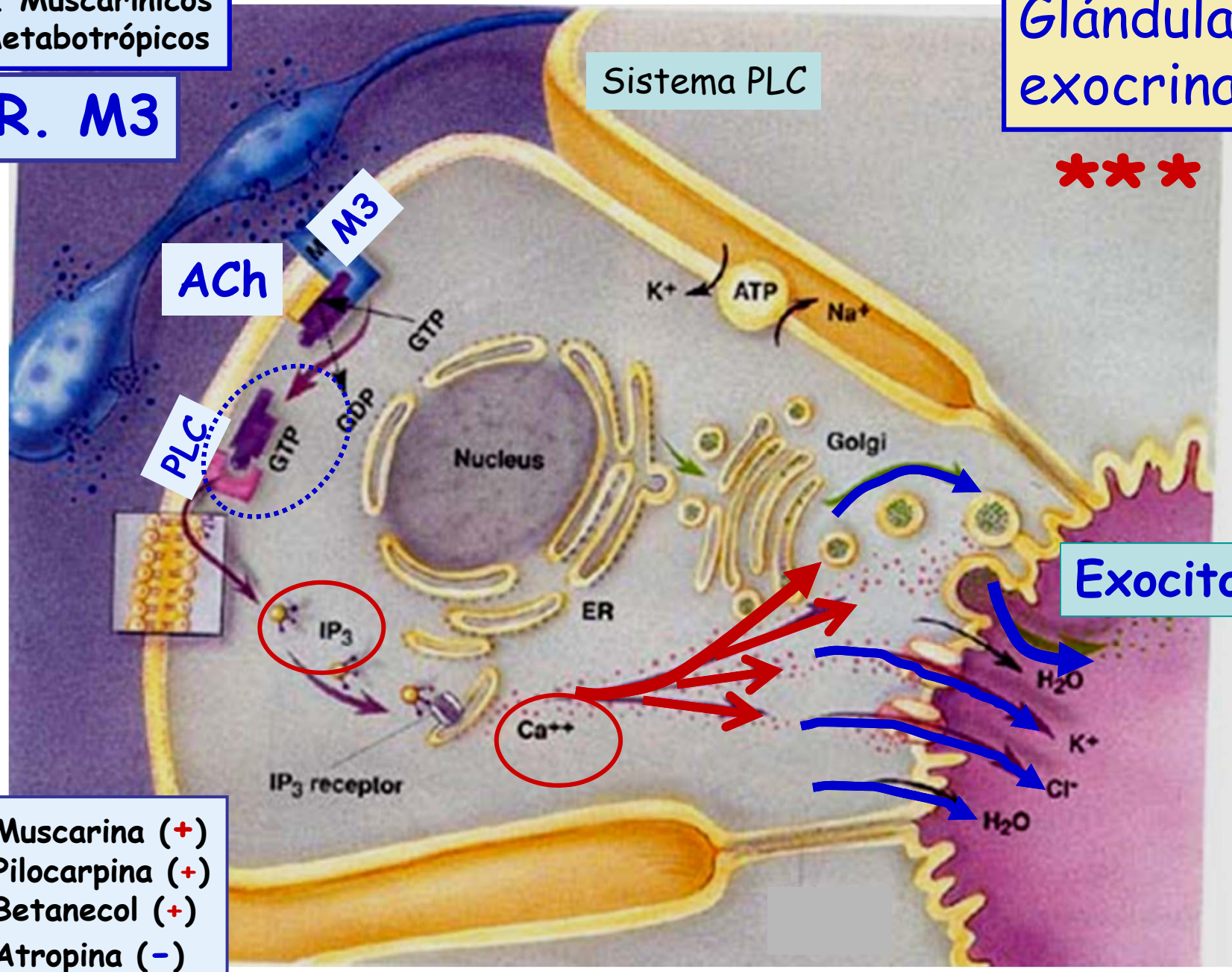
**OJO! \*** Intoxicación colinérgica: secreción profusa lágrimas, saliva, moco

R. Muscarínicos  
Metabotrópicos

R. M3

Glándulas  
exocrinas

\*\*\*



Sistema PLC

ACh

M3

PLC

Nucleus

ER

Golgi

Exocitosis

IP<sub>3</sub>

Ca<sup>2+</sup>

IP<sub>3</sub> receptor

K<sup>+</sup>

ATP

Na<sup>+</sup>

H<sub>2</sub>O

K<sup>+</sup>

Cl<sup>-</sup>

H<sub>2</sub>O

Muscarina (+)  
Pilocarpina (+)  
Betanecol (+)  
Atropina (-)

7. Glándulas \*\*\*

Intoxicación  
colinérgica

- \* AUMENTO DE SECRECIONES
  - g. Nasofaríngeas
  - g. Lagrimales
  - g. Salivales
  - g. Bronquiales
  - g. TGI
  - g. TGU

## 8. Regulación Metabolismo

\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

### ACCIÓN ÚNICA SIMPÁTICA

NE y E sobre  
R. adrenérgicos

Simpática

Parasimpática

\* Adipocito  
lipolisis

Termogénesis  
(NE  $\beta 3$ )

—

\* Hígado  
glucogenolisis  
gluconeogénesis

Hiperglicemia  
(E  $\beta 2$ )  
(NE  $\alpha 1$ )

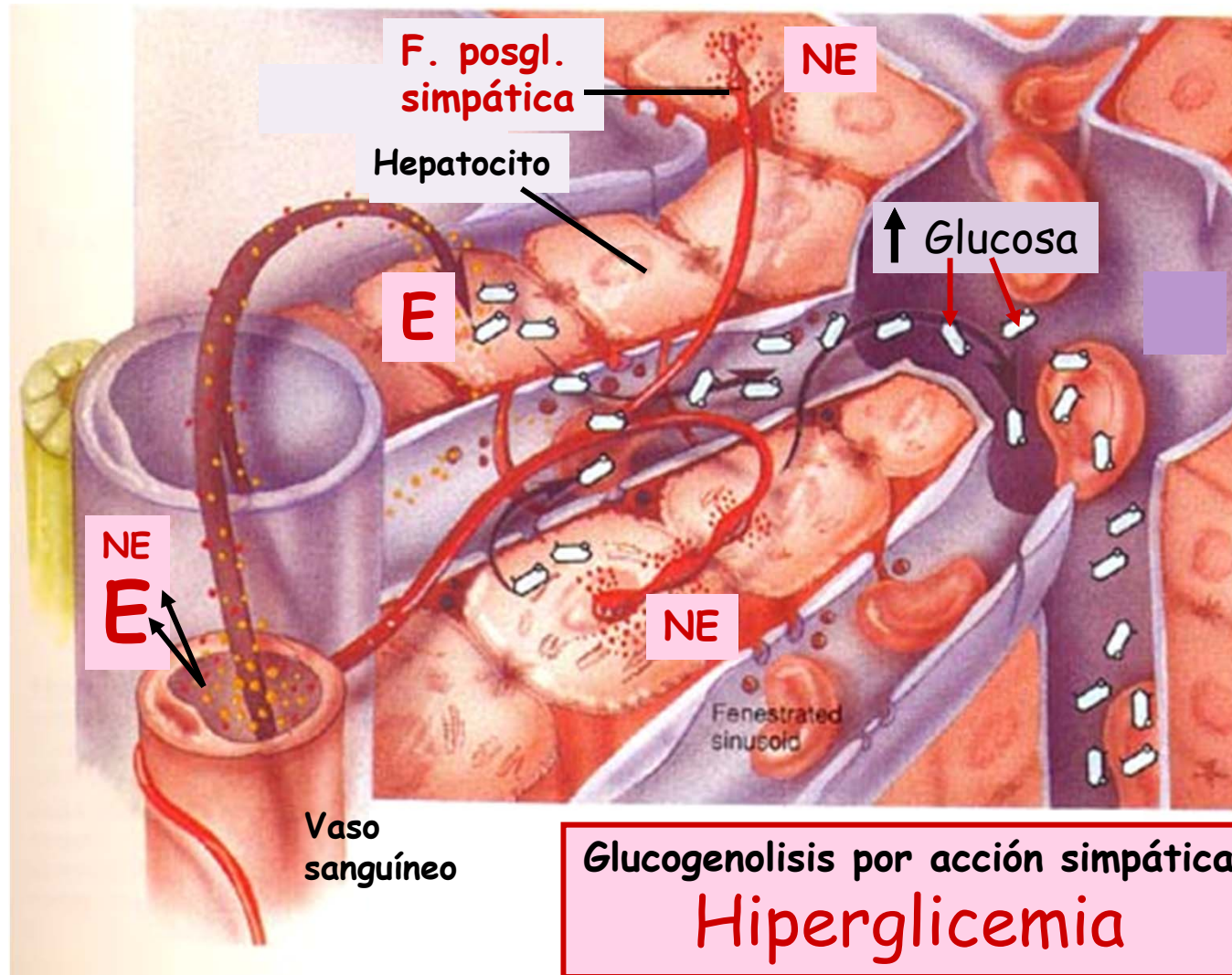
—

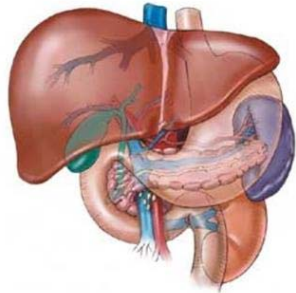
\* M. esquelético  
glucogenolisis

Aumento glucosa  
en músculo  
(E  $\beta 2$ )

—

# 8. Hígado \*\*





## 9. Tracto Biliar, Páncreas, Bazo

\*\*\*

### ACCIÓN

Antagonismo dual

\* Tracto Biliar

Pared m. liso

Esfínter

\* Páncreas

Acinos

Islotes  $\beta$

ÚNICA SIMPÁTICA

\* Cápsula bazo

Simpática

Relajación (NE  $\beta 2$ )

Constricción (NE  $\alpha 1$ )  
Disminuye flujo bilis

Disminución Sec.  
Exoc. (NE  $\alpha 1$ )

Disminución insulina  
(NE  $\alpha 2$ )

Contracción  
(NE  $\alpha 1$ )

Parasimpática

Contracción (M3)

Relajación (M3)  
Aumenta flujo bilis

Aumento Sec. Exocrina (M3)

Aumento insulina (M3)

—



## 10. Médula Adrenal

\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

ACCIÓN ÚNICA SIMPÁTICA

Simpática

Parasimpática

Médula  
adrenal

Liberación **ACh** sobre R.  $N_N$

—

Liberación **E** y **NE** a sangre

—

10.

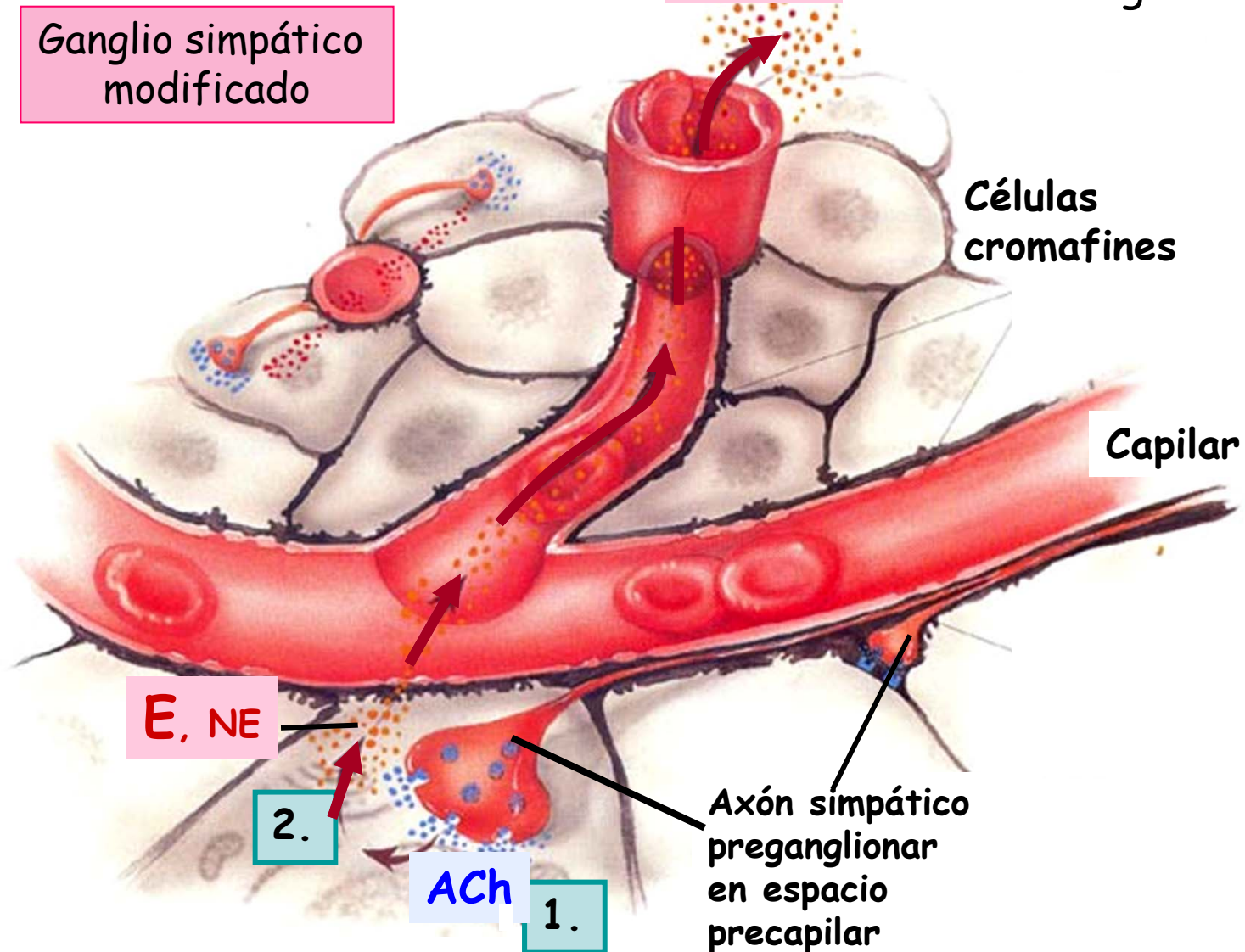
Médula Adrenal

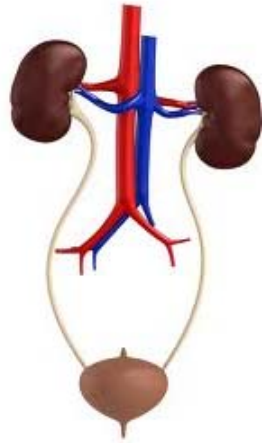
\*\*\*

E, NE

3. Hormonas (CA)  
a la sangre

Ganglio simpático  
modificado





11.

# Tracto urinario

\*\*\*\*\*

IV Acciones en órganos y tejidos

## ACCIÓN

### Simpática

### Parasimpática

ÚNICA SIMPÁTICA

Riñón  
C. yuxtaglomerulares

M. liso uréter

Antagonismo dual

Vejiga  
Detrusor  
Trígono  
Esfínter uretral int.

Aumento liberación renina (NE β1)

—

Contracción (NE α1)

—

Relajación (NE β2)

Contracción (ACh M3)

Contracción (NE α1)

Relajación (ACh M3)

Contracción (NE α1)

Relajación (ACh M3)

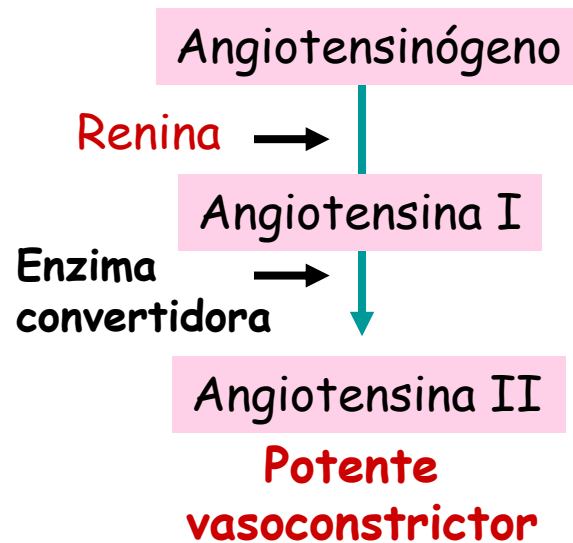
Disminuye micción  
LLENADO

Aumenta micción  
VACIAMIENTO

# 11. Tracto urinario

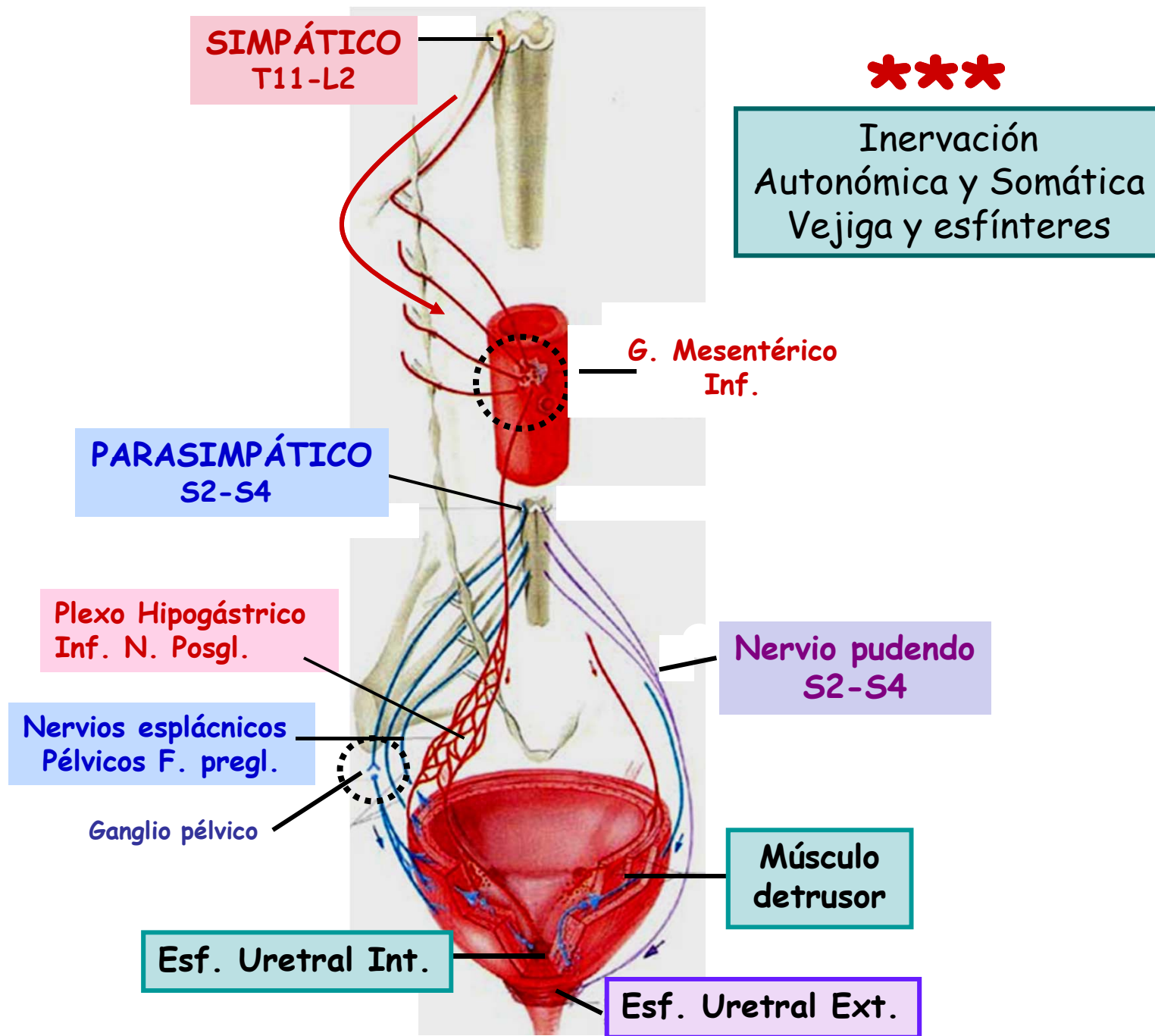
## Acción Simpática

Riñón  $\longrightarrow$  Aumento liberación  
C. yuxtaglomerulares **Renina (NE  $\beta$ 1)**



NUEVAS TERAPÉUTICAS  
Denervación renal simpática  
percutánea en hipertensión  
resistente

European Heart Journal 2013 34:1245-50



# Regulación de la función vesical

## Aferentes sensoriales

### Entrada

- **Ax. Sensoriales simpáticos**  
Inf. de dolor a médula espinal y a corteza
- **Ax. Sensoriales parasimpáticos**  
Inf. de estiramiento de la pared vesical a médula y tallo para Reflejo micción
- **Ax. Sensoriales somáticos**  
Inf. de dolor, temperatura, paso orina por uretra y esf. uretral ext (n. pudendo)

## IV Acciones en órganos y tejidos

### Centros Integración Control vesical

- Corteza, hipotálamo
- Tallo Centros Micción
  - C. Almacenamiento:  
Puente lateral
  - C. Vaciamiento:  
Puente medial

# Control Voluntario de la Micción

Control  
Centros Superiores



**Esfínter Uretral Externo**  
Mayores de 2 años

- Hipotálamo anterior (+) centro vaciamiento

**Micción**

- Hipotálamo posterior (+) centro llenado

**Continencia**

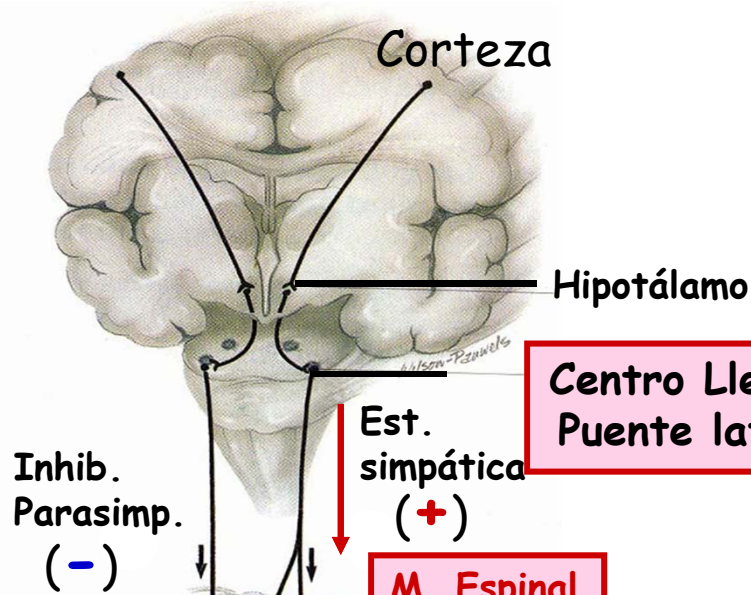
- Corteza frontal (-) hipotálamo anterior

**Continencia**

\*\*\*

# Llenado Vesical

Predominio simpático



Centro Llenado Puente lateral

Est. simpática (+)

M. Espinal T11-L2

Inhib. Parasimp. (-)

G. mesentérico Inf.

F. Posgl. simpáticas

N. esplácnico pélvico pregl.

Médula S2-S4

Relajación detrusor

Nervio pudendo

Esf. U. Int. contrae

Esf. U. Ext. contrae

Llenado Vesical

\*\*\*

IV Acciones en  
órganos y tejidos

### Centro pontino de llenado

- Estimula al SN simpático
- Inhibe al SN parasimpático
- Estimula al SN somático

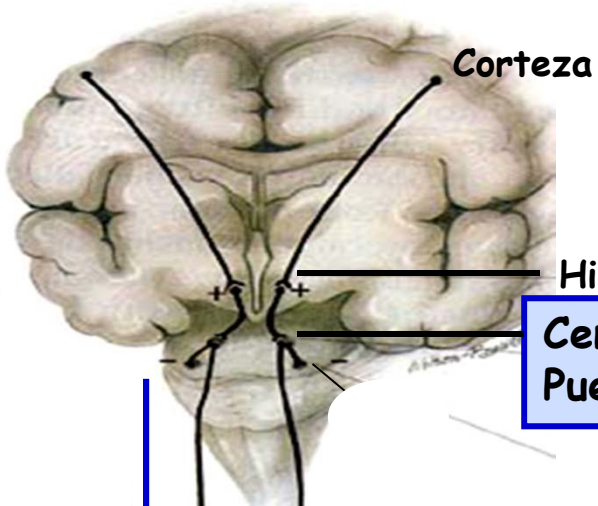


LLENADO VESICAL

\*\*\*

# Vaciamiento Vesical

Predominio parasimpático



Centro Micción  
Puente Medial

Estimulación parasimpático (+)

Inhibición simpático (-)

N. Pregl. Simpáticas T11-L2

G. mesentérico Inf.

Médula S2-S4

Nervio esplácnico pélvico

Inhibición somático

Contracción detrusor

Nervio pudendo

Esf. Uret. Int.relaja

Esf. Uret. Ext.relaja

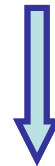
**Vaciamiento  
Vesical**



**IV Acciones en  
órganos y tejidos**

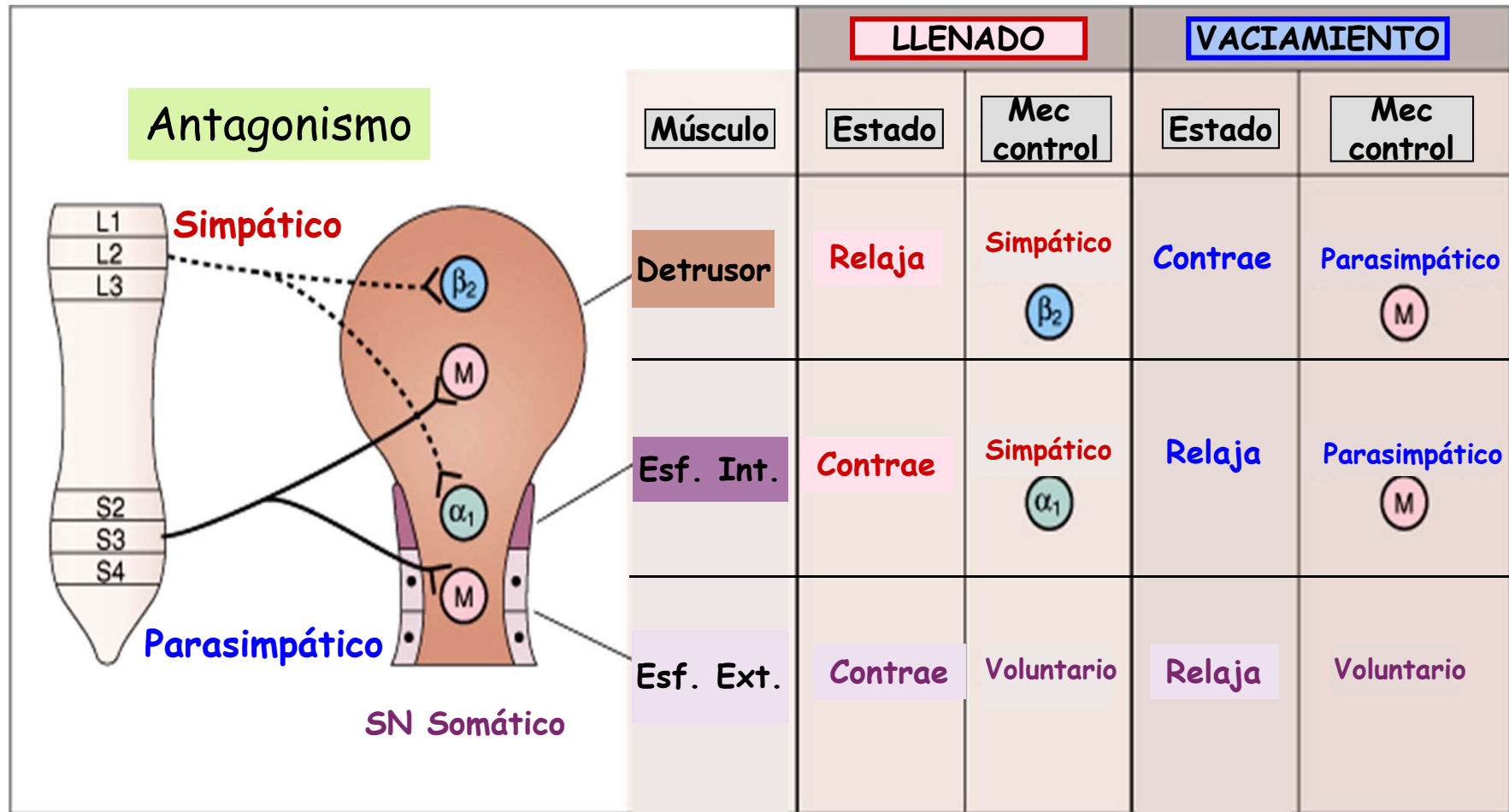
### **Centro pontino de vaciamiento**

- Inhibe el centro pontino de almacenamiento
- Inhibe al SN simpático
- Estimula al SN parasimpático
- Inhibe al SN somático

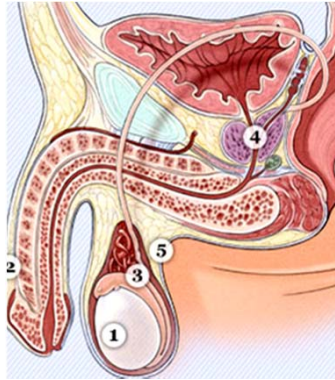


**VACIADO VESICAL**

# \*\*\* 11. Regulación llenado y vaciamiento Vesical



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



# 12. Órganos Sexuales

IV Acciones en órganos y tejidos

\*\*\*

## ACCIÓN

Simpática

Parasimpática

Inervación dual cooperativa

Órgano sexual masculino

Emisión (**NE  $\alpha 1$** )  
 Contracción c. deferente  
 Mov. eyaculado

—

Pene, clítoris

Erección (**ACh M3** fibras vasodilatadoras colinérgicas **simpáticas** y **parasimpáticas**)

Glándulas

—

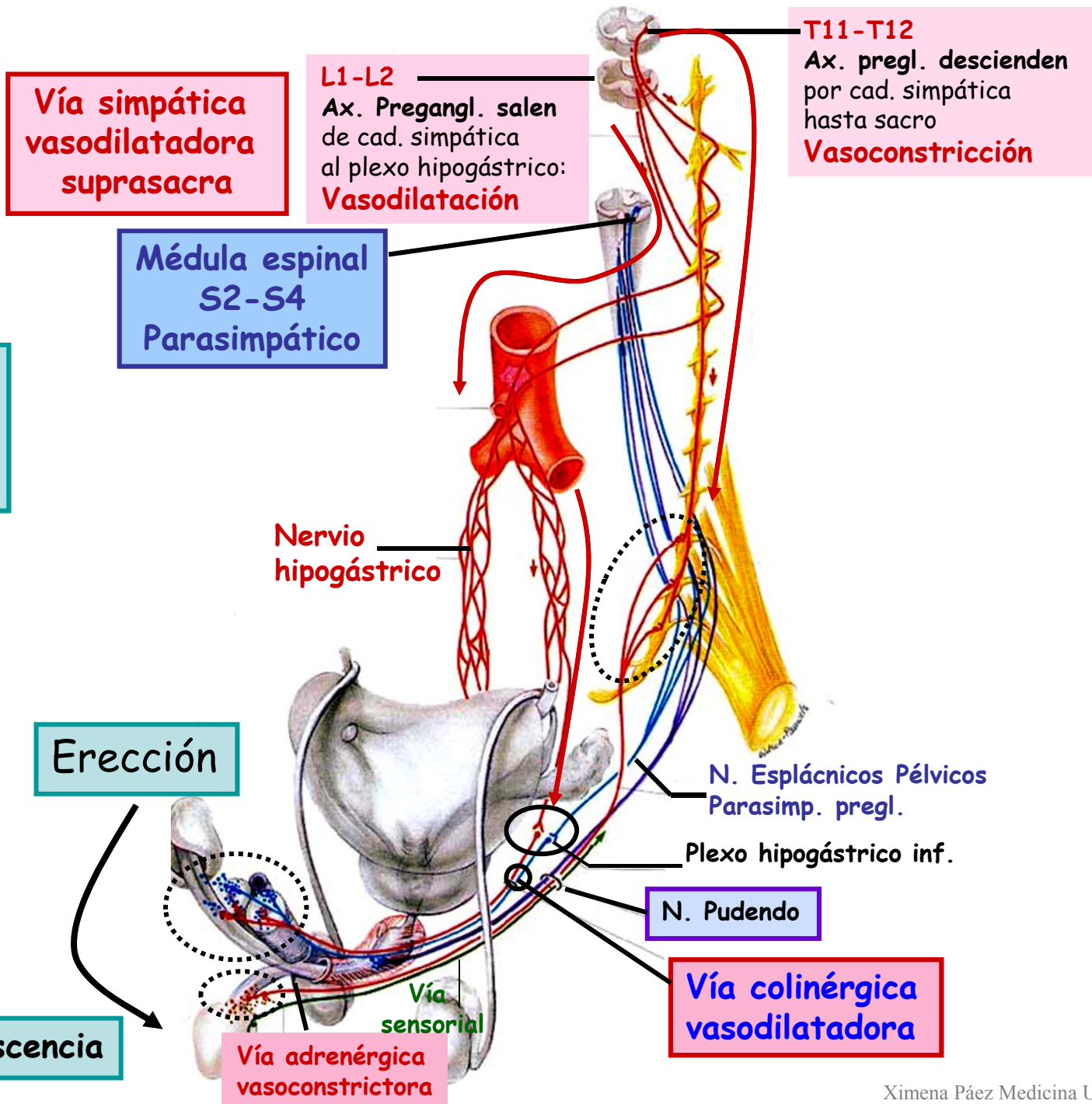
Secreción (**ACh M3**)

Útero

Relajación (**NE  $\beta 2$** )  
 Contracción (**NE  $\alpha 1$** ) (embarazo)

Contracción (**ACh M3**)

**Inervación  
autonómica  
y somática**



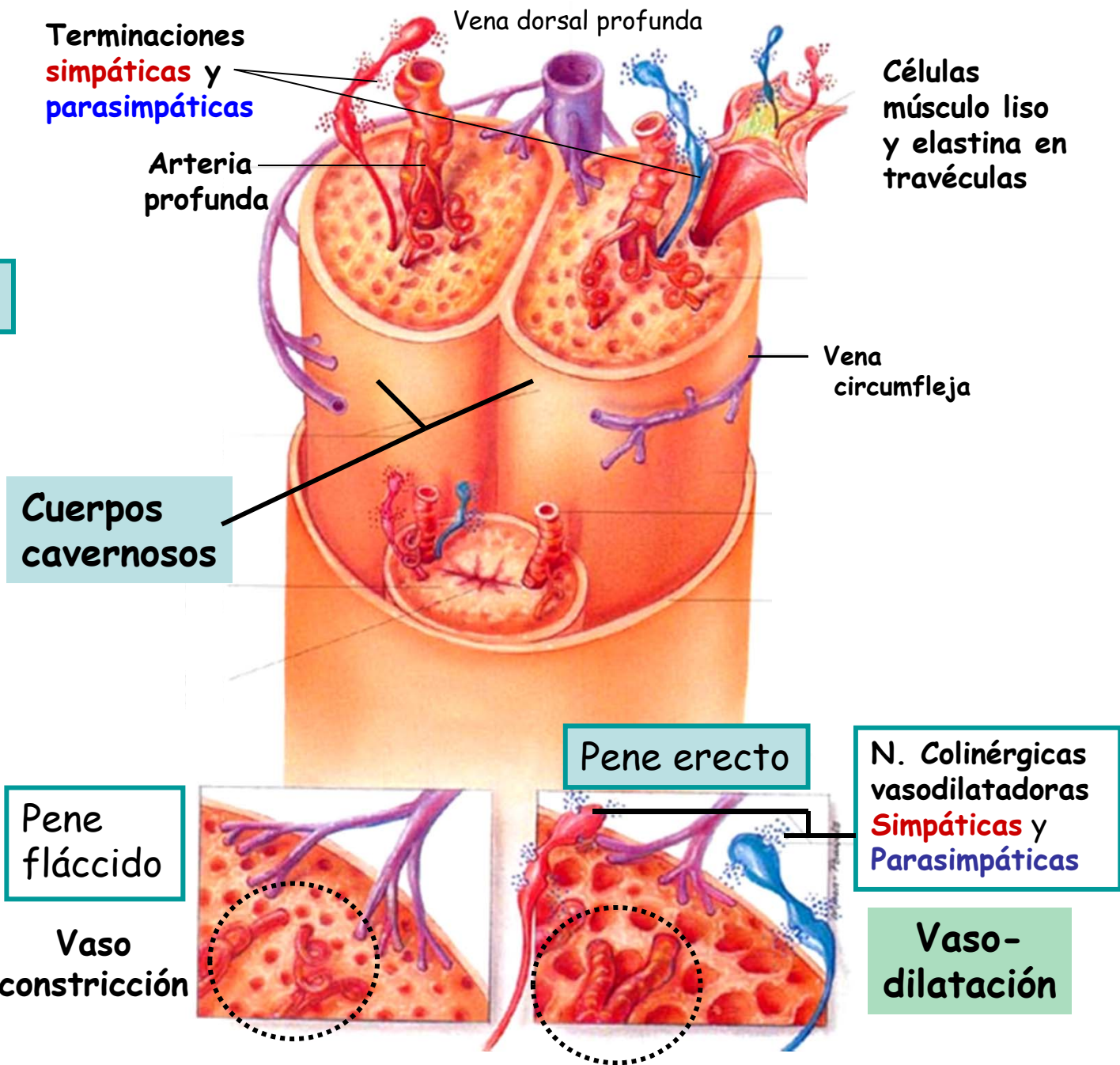
## Respuesta Sexual Masculina

Fases	Erección Ingurgitación del pene	Secreción Liberación de fluidos glandulares	Emisión Movimiento eyaculado	Eyaculación Liberación del eyaculado
<b>Epidídimo y vaso deferente</b> Mus liso			Simpático	
<b>Vesículas seminales</b> Mus liso			Simpático	
Epitelio secretor		Parasimpático		
<b>Próstata</b> Mus liso			Simpático	
Epitelio secretor		Parasimpático		
<b>G. Bulbouretral</b> Epitelio secretor		Parasimpático		
<b>Raíz del pene</b> Mus liso vascular	*F. Colinérg. Vasodilat.			
Mus estriado				Somático
Epitelio secretor		Parasimpático		

# 12. Órganos Sexuales

## ERECCIÓN

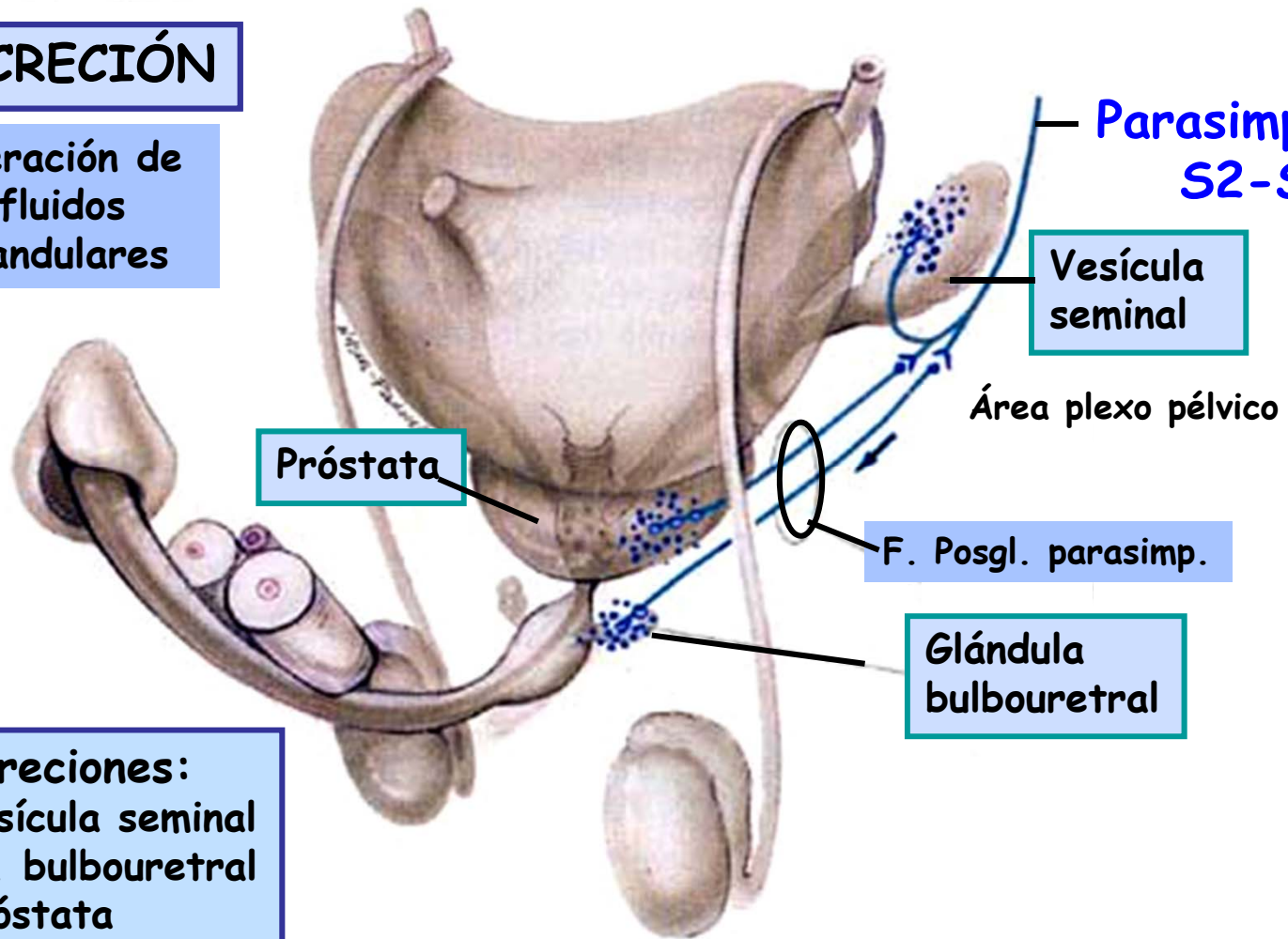
Relajación m. liso vascular



## 12. Órganos Sexuales

### SECRECIÓN

Liberación de fluidos glandulares



### Secreciones:

- Vesícula seminal
- Gl. bulbouretral
- Próstata

## 12. Órganos Sexuales

### EMISIÓN

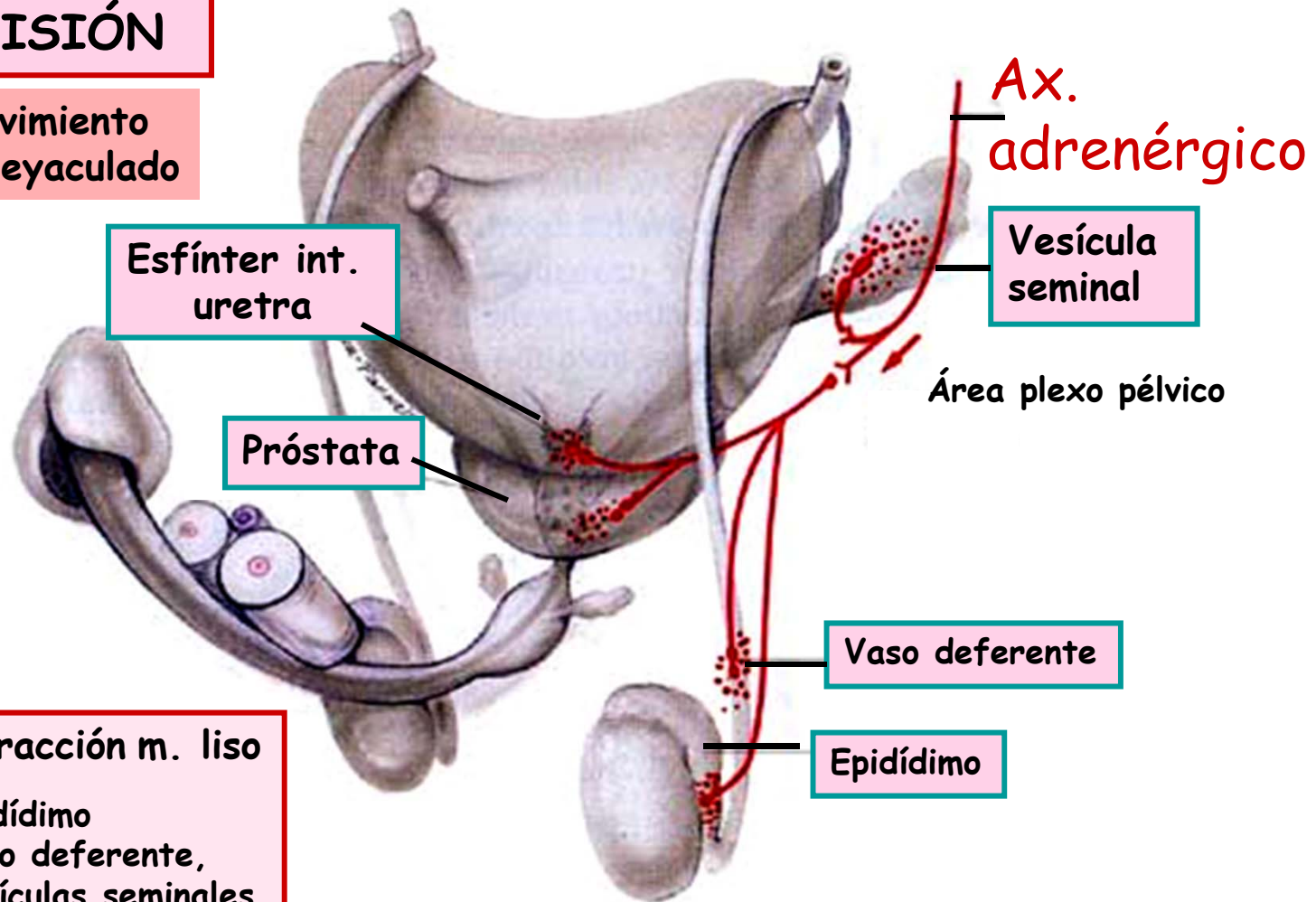
Movimiento del eyaculado

Esfínter int. uretra

Próstata

Contracción m. liso

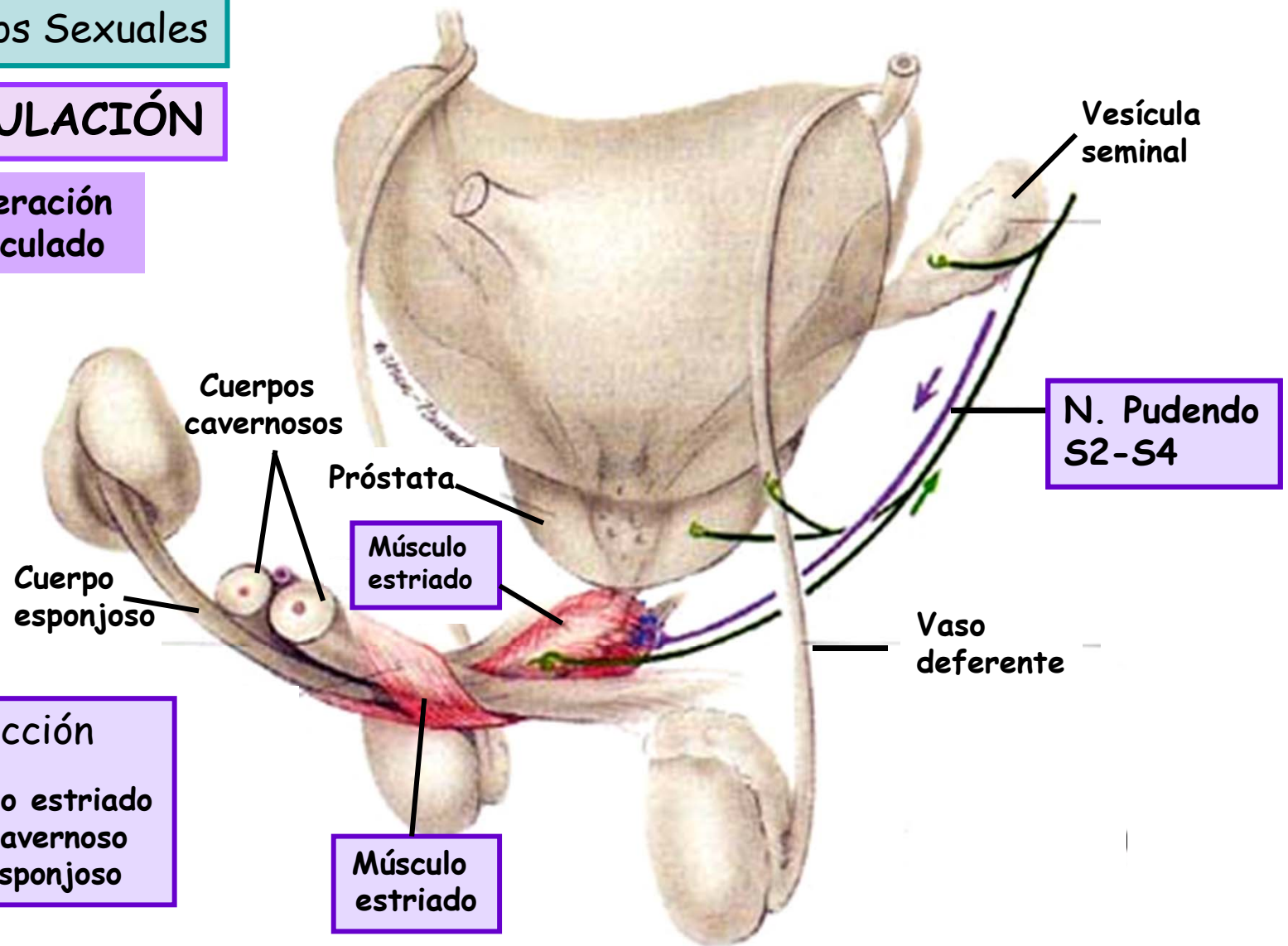
- Epidídimo
- Vaso deferente,
- Vesículas seminales
- Próstata



## 12. Órganos Sexuales

### EYACULACIÓN

Liberación eyaculado



### Contracción

- **Músculo estriado isquiocavernoso bulboesponjoso**

**Músculo estriado**



## IV Acciones en órganos y tejidos

### No hay inervación parasimpática :

- Músculo radial del iris
- Músculo tarsal del párpado sup.
- Cápsula del bazo
- Médula adrenal
- Riñón c. yuxtaglomerulares
- Músculo liso del uréter
- Músculos piloerectores
- La mayoría de vasos sanguíneos
- Glándulas sudoríparas
- Ventrículos corazón
- Venas
- Arterias vísceras abdominales

### No hay inervación simpática :

- Músculo esfínter del iris
- Glándulas nasofaríngeas,  
genitourinarias

### Inervación simpática colinérgica

- Glándulas sudoríparas
- Algunos vasos sanguíneos
- Vasos cuerpos cavernosos

\*\*\*\*

## DESCARGA ADRENÉRGICA

- Aumenta frecuencia cardiaca,  
Aumenta presión arterial
- Midriasis, relaja acomodación
- Inhibe digestión
- Inhibe secreciones nasales
- Producción de saliva escasa espesa
- Estimula producción renina
- Almacenamiento vesical orina
- Sudación y piloerección
- Broncodilatación
- Aumenta fuerza muscular  
Aumenta energía: glucosa y ácidos grasos
- Orgasmo



*Preparación para la emergencia, correr o pelear...*



## Salida Simpática



ÓRGANO	NT	EFECTO RECEPTOR
PIEL Glándulas sudoríparas Músculos piloerectores	ACh NE	Secreción profusa (M3) Contracción ( $\alpha 1$ )
OJO Dilatador pupila Mus. ciliar	NE	Contracción ( $\alpha 1$ ) Dilatación pupila Ligera relajación ( $\beta 2$ ) Visión lejana
CORAZÓN	NE	Aumento FC ( $\beta 1$ ) Aumento contracción/conducción ( $\beta 1$ )
VASOS SANGUÍNEOS Cabeza pelvis Coronarias, pulmonares, Vasos mus. esquelético Todos los otros vasos Venas	NE	Vasoconstricción ( $\alpha 1$ ) Vasodilatación por acción E ( $\beta 2$ )  Vasoconstricción ( $\alpha 1$ ) Constricción ( $\alpha 1, \alpha 2$ ) , dilatación ( $\beta 2$ )



## Salida Simpática

ÓRGANO	NT	EFEECTO RECEPTOR
GLÁNDULAS CABEZA Lacrimonal, salival	NE	Aumento secreción (Efecto menor) ( $\alpha 1$ )
PULMONES Mus. liso bronquial	NE	Dilatación ( $\beta 2$ )
TGI Motilidad Esfínteres	NE	Disminución motilidad ( $\alpha 2, \beta$ ) Aumento de tono ( $\alpha 1$ )
HÍGADO	NE	Aumento glucogenolisis ( $\beta 2$ ) Aumento gluconeogénesis ( $\alpha 1$ )
PÁNCREAS	NE	Disminuye sec. c. beta ( $\alpha 2$ ) y exocrina ( $\alpha 1$ ), Aumenta sec. c. alfa ( $\alpha 2$ )

Salida Simpática



ÓRGANO	NT	EFEECTO RECEPTOR
MÉDULA ADRENAL	ACh	Secreción de E y NE (R. N <sub>N</sub> )
VEJIGA URINARIA Detrusor Esfínter	NE NE	Relajación ( $\beta 2$ ) Aumento tono ( $\alpha 1$ )
ORG. SEXUALES Masculino Útero	NE ACh NE	Emisión eyaculado ( $\alpha 1$ ) Erección (M3) Contrae embarazo ( $\alpha 1$ ) Relaja no embarazo ( $\beta 2$ )
OTROS Tejido adiposo Riñón Glándula pineal	NE NE NE	Lipolisis ( $\beta 3$ ) Aumento renina ( $\beta 1$ ) Aumento melatonina

# \*\*\*\*\* DESCARGA PARASIMPÁTICA

- Disminuye frecuencia cardiaca
- Miosis
- Estimula digestión
- Estimula secreción nasal
- Estimula secreción salival
- Estimula micción
- Broncoconstricción
- Erección, secreción GU



*Sistema Nervioso para el reposo, asimilación...*





## Salida Parasimpática

ÓRGANO	NT	EFEECTO RECEPTOR
OJO Constrictor pupila Mus. ciliar	ACh	Constricción pupilar (M3) Miosis Contracción (M3) Visión cercana
CORAZÓN	ACh	Disminución frec. cardiaca (M2) Disminución contracción /conducción (M2)
VASOS SANGUÍNEOS Cabeza, pelvis	ACh	Vasodilatación (M3)



## Salida Parasimpática

ÓRGANO	NT	EFEECTO RECEPTOR
PULMONES Mus liso bronquial Glándulas	ACh	Contrae (M3) Aumento secreción glándular (M3)
GLÁNDULAS CABEZA Lacrimonal, salival y nasofaríngeas	ACh	Aumento secreción (predominante) (M3)
TGI Motilidad Esfínteres Glándulas asociadas Células parietales gástricas	ACh	Aumento motilidad (M3) Disminución tono Aumento secreción (M3) Aumento sec. ácida (M3)
PÁNCREAS	ACh	Aumento sec. C. beta (M3) Aumento sec. Exocrina (M3)

IV Acciones en  
órganos y tejidos



Parasimpático

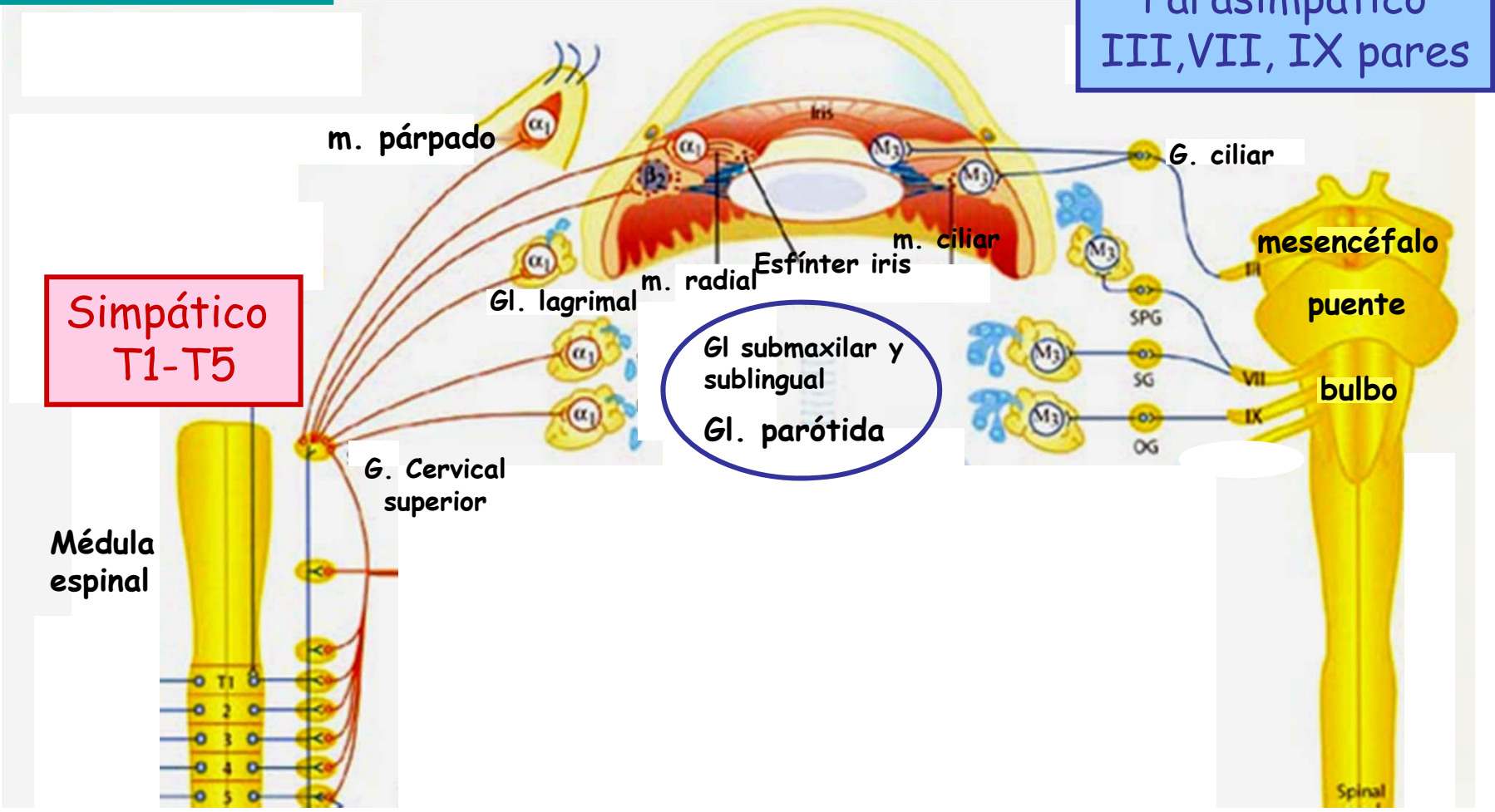
ÓRGANO	NT	EFEECTO RECEPTOR
VEJIGA URINARIA Detrusor Esfínter interno	ACh	Contracción (M3) Relajación (M3)
ORG. SEXUALES Masculino	ACh	Erección (M3) Secreción glandular (M3)
Útero	ACh	Contracción (M3)

IV Acciones en órganos y tejidos

Cabeza \*\*\*

Parasimpático III, VII, IX pares

Simpático T1-T5



Cadena paravertebral

Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.

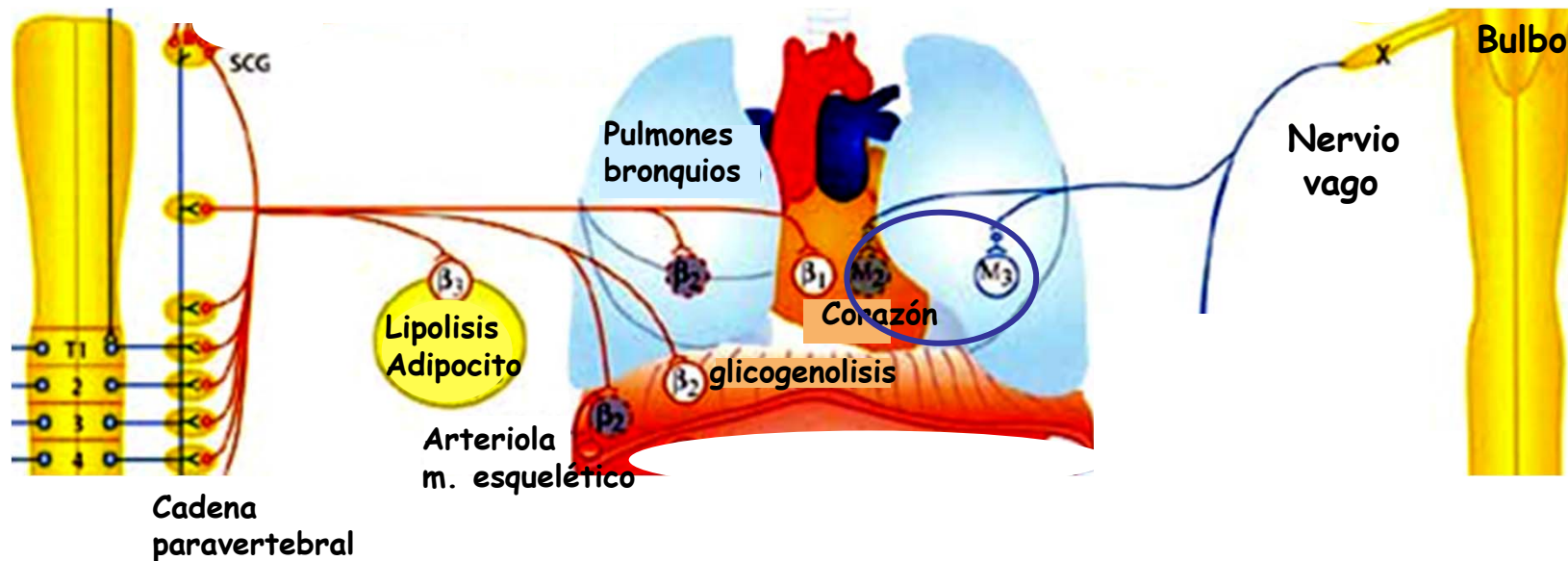
# Tórax



## IV Acciones en órganos y tejidos

### Simpático T1-T5

### Parasimpático X par



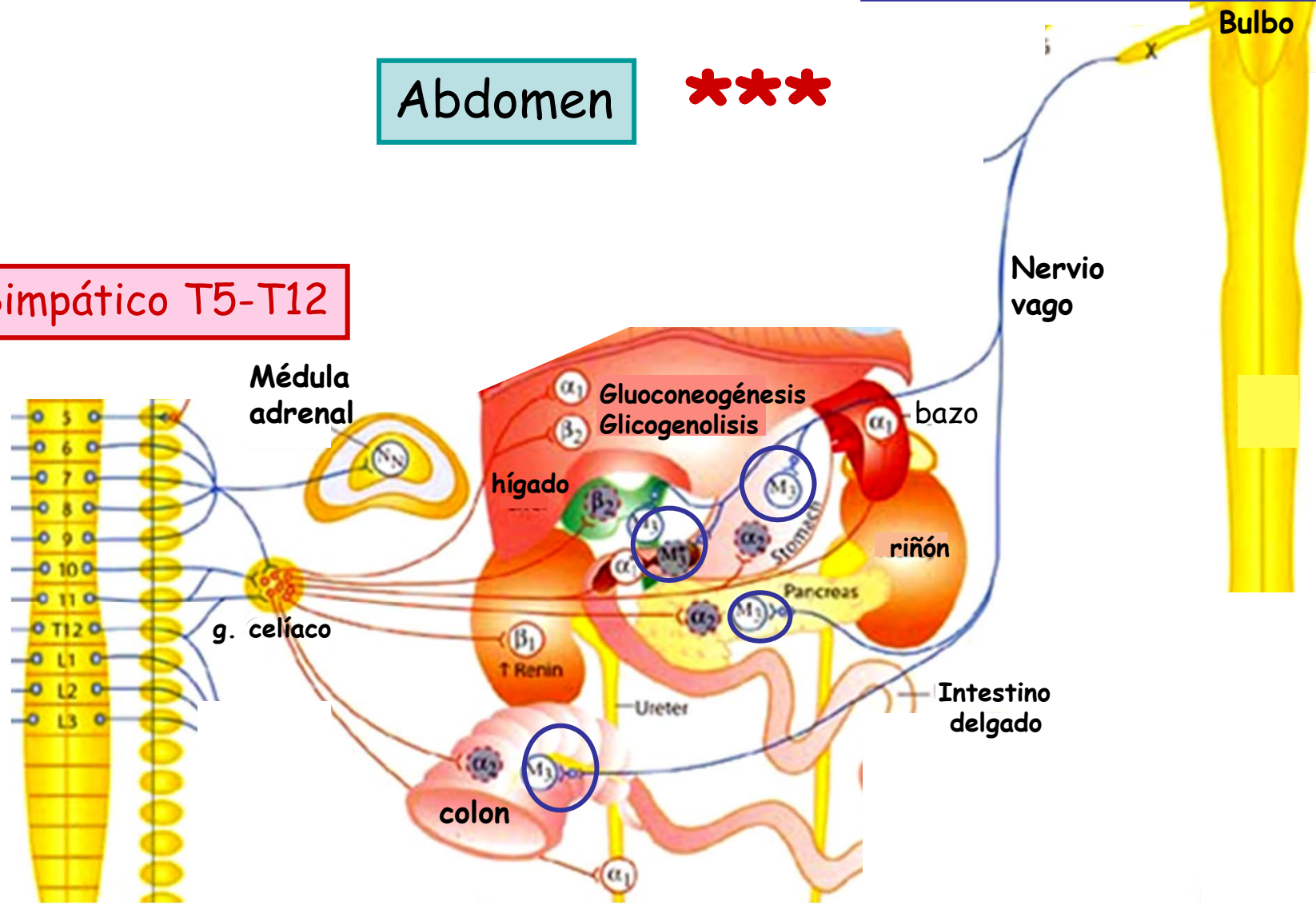
Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.

Parasimpático X par

Abdomen

\*\*\*

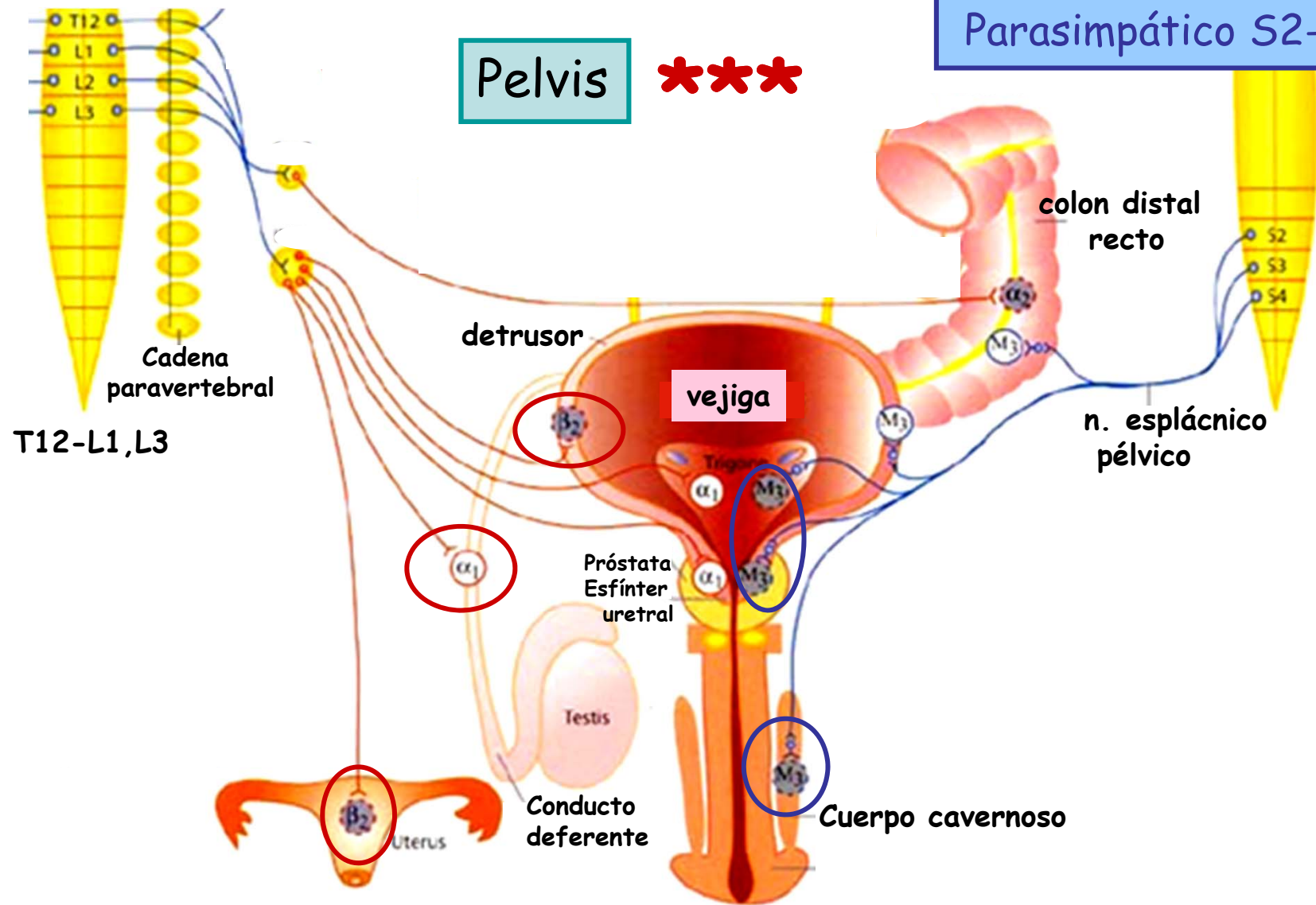
Simpático T5-T12



Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.

**Simpático T12-L3**

**Parasimpático S2-S4**



Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.

IV Acciones en órganos y tejidos

\*\*\*

Piel

Simpático  
T1-L3

F. adrenérgicas a  
vasos y folículos pilosos

F. colinérgicas a  
gl. sudoríparas y  
ciertos vasos

m. piloerector

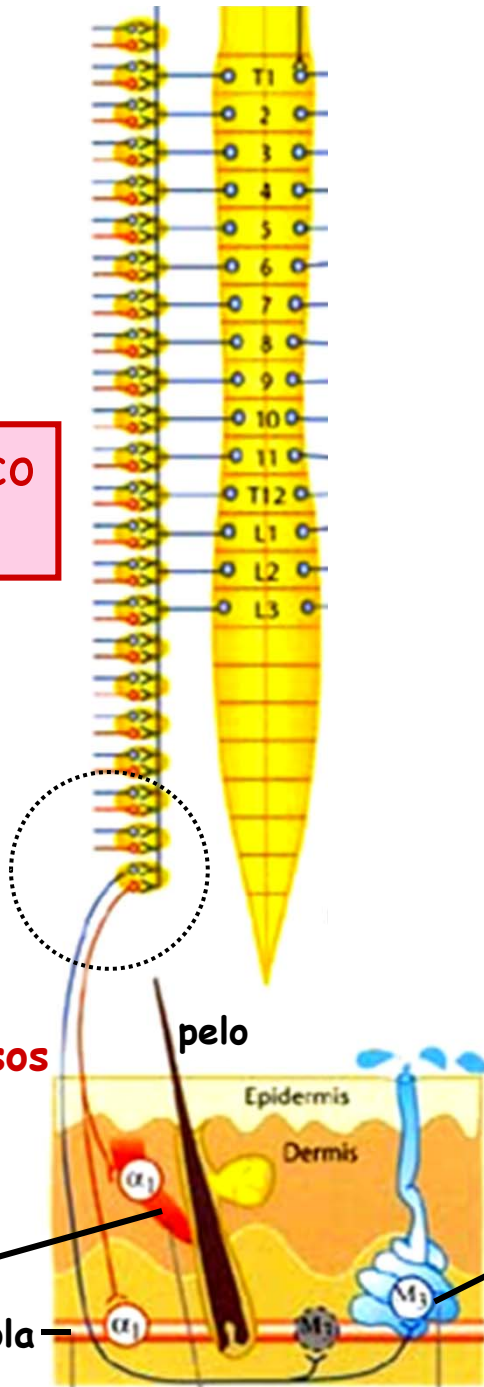
arteriola

pelo

Epidermis

Dermis

g. sudorípara



Shen H. *The autonomic nervous system.* Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.

Sigue...

- I. Introducción
- II Anatomía funcional SNA
- III Neurotransmisión autonómica
- IV Acciones autonómicas en órganos y tejidos
- V Farmacotoxicología**
- VI Clínica autonómica