

FISIOLOGIA MEDICINA

FISIOLOGÍA
DEL
SISTEMA NERVIOSO
AUTÓNOMO

2009

Ximena Páez

I M P O R T A N T E:

Estos materiales audiovisuales
no sustituyen 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

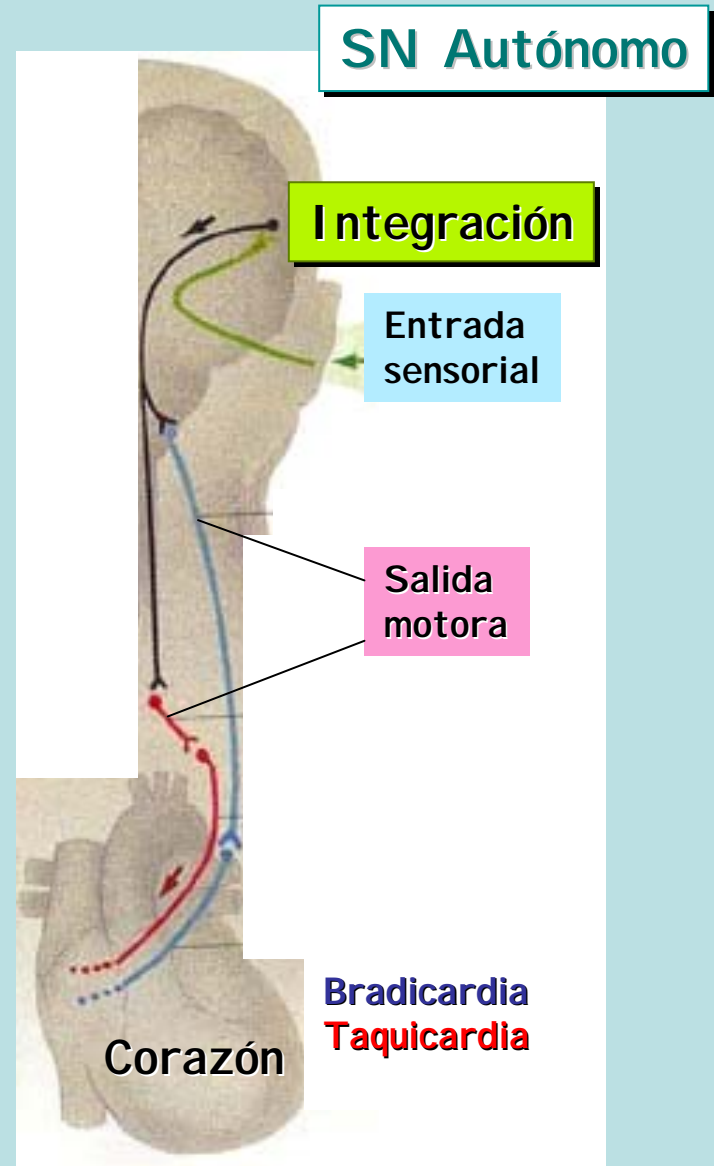
- Fox S.I. *Human Physiology*. 10th edition. McGraw-Hill, New York, 2008.
- McCorry L.K. *Physiology of the Autonomic Nervous System*. Am. J. Pharm. Edu. 71 (4): 78, 2007.
- Costanzo L.S. *Physiology*. 3^{er} Ed. Saunders Elsevier, 2006.
- Ganong. W. F. *Review of Medical Physiology*. 22th Ed. Lange, 2005.
- Shen H. *The autonomic nervous system*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- Shen H. *Drugs affecting adrenergic transmission*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- Shen H. *Drugs affecting cholinergic transmission*. Memocharts Pharmacology. An integrated minireview. Minireview LLC, Stow, 2004.
- Despopoulos A. Silbernagl S. *Color Atlas of Physiology*. 5th Ed. Thieme. 2003.
- *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics* 10th 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.
- Day M.D. *Autonomic Pharmacology. Experimental y clinical aspects*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1979.
- Stoney S.D. *Autonomic Nervous System* en *Essencial Human Physiology*, en: <http://www.lib.mcgmedu/edu/eshuphysio/program/section8/8ch4/8ch4line.htm>
Acceso: 28/10/08.
- Sheffield S. *The Human Nervous System*. En: GetBodySmart.com. <http://www.getbodysmart.com/ap/nervoussystem/menu/menu.html> Acceso: 28/10/08.

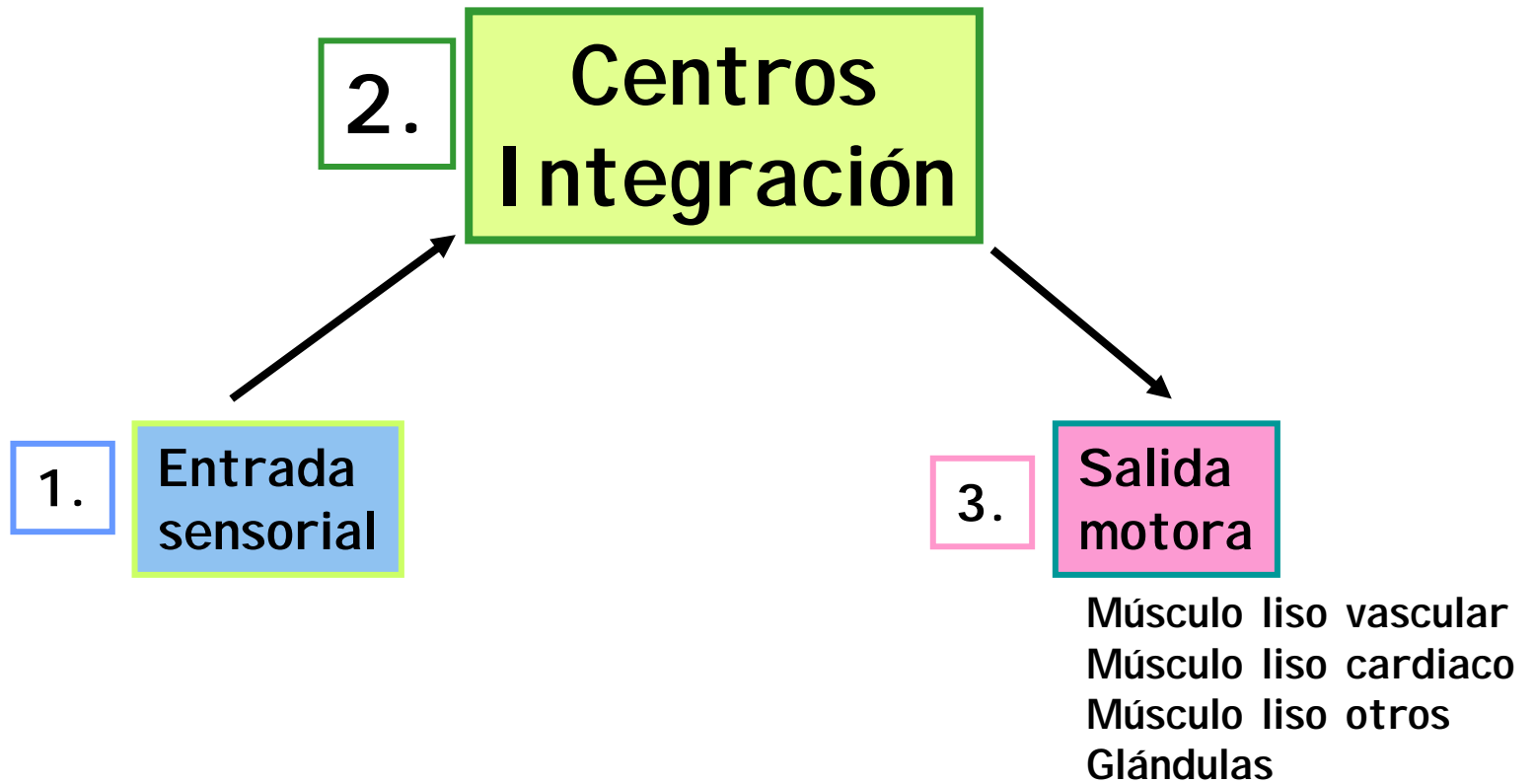
- I. Introducción
- II. Sistema Nervioso Periférico
- III. SN Somático vs. SN Autónomo (SNA)
- IV. Anatomía funcional del SNA**
- V. Divisiones Simpática y Parasimpática
- VI. Neurotransmisión autonómica
- VII. Acciones autonómicas en órganos y tejidos
- VIII. Farmacología autonómica
- IX. Clínica autonómica

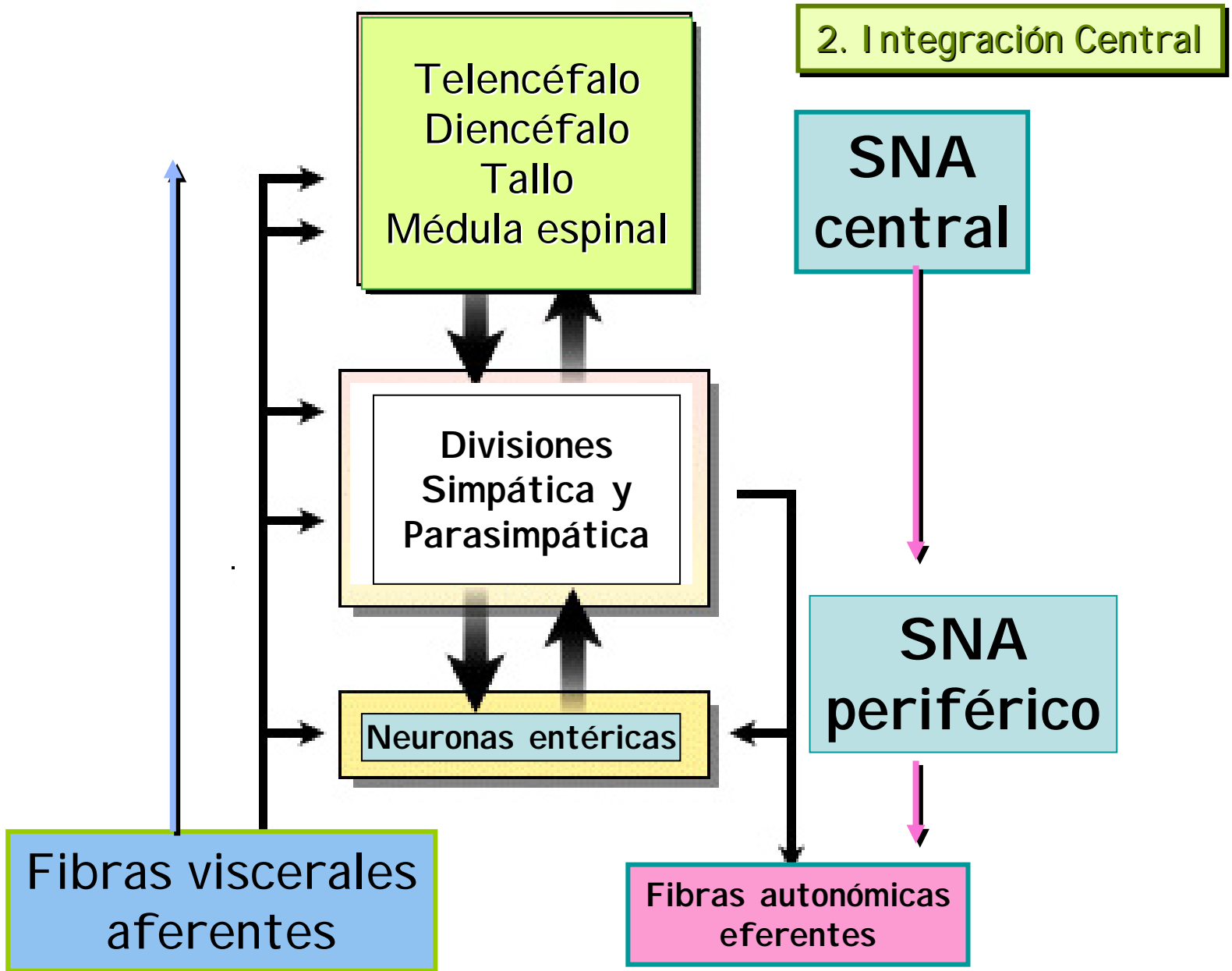
SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

IV. Anatomía Funcional

1. Entrada sensorial visceral
2. Centros integración
3. Salida motora visceral







2. Integración Central

- Introducción SNA central
- Integración autonómica
- Componentes integradores
- Ganglio autonómico

Introducción SNA central

- Control Centros Superiores sobre Centros Autonómicos
- Corteza, Hipotálamo, Sistema Límbico en la Homeostasis
- Vía Final Común Autonómica

IV. Anatomía Funcional

Introducción

SNA Central Integrador

Centros Superiores



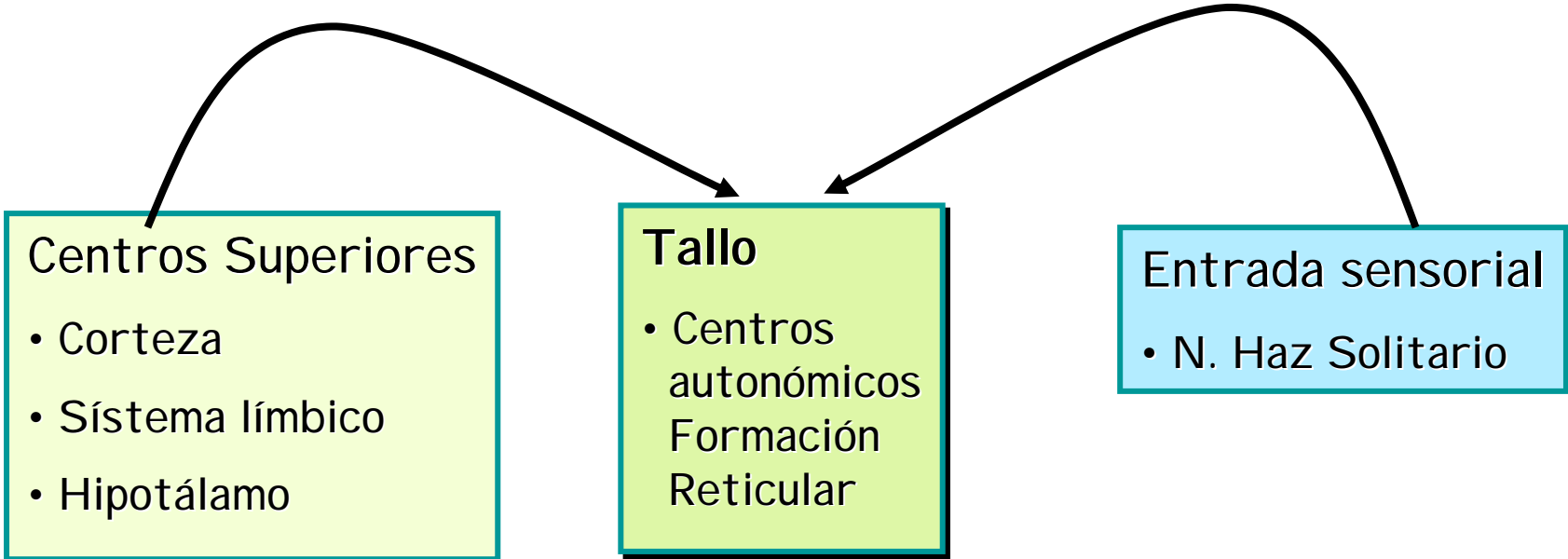
Centros Autonómicos Tallo



Entrada Sensorial

2. Integración Central

Introducción



2. Integración Central

Introducción

Centros superiores

Hipotálamo
Control HOMEOSTASIS

Temperatura
Hambre sed
Hipófisis
Emociones

Sistema límbico
Control EMOCIONES

Rabia
Temor
Sexo
Hambre

Entrada sensorial

Centros Autonómicos Tallo

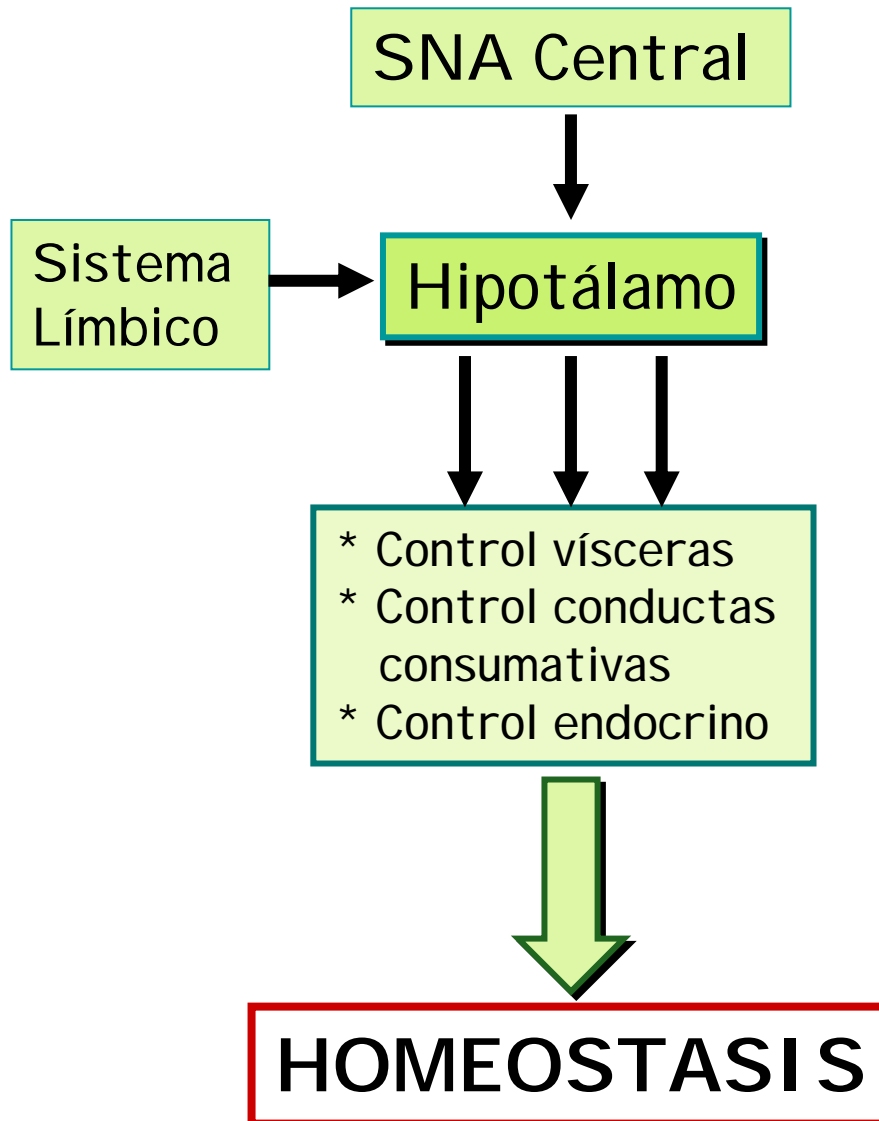
N. autonómicos

Respuestas viscerales
Acción simpática y parasimpática

Sistema LÍMBICO-HIPOTÁLAMO

Respuestas viscerales a través de
activación autonómica

- Ruborizarse
- Palidecer
- Desmayarse
- Sudar "frío"
- Latidos galopantes
- Boca seca
- "mariposas en estómago"
- "piel de gallina"
- "correr al baño"



2. Integración Central

Introducción



2. Integración Central

Introducción

Vía final común SNA

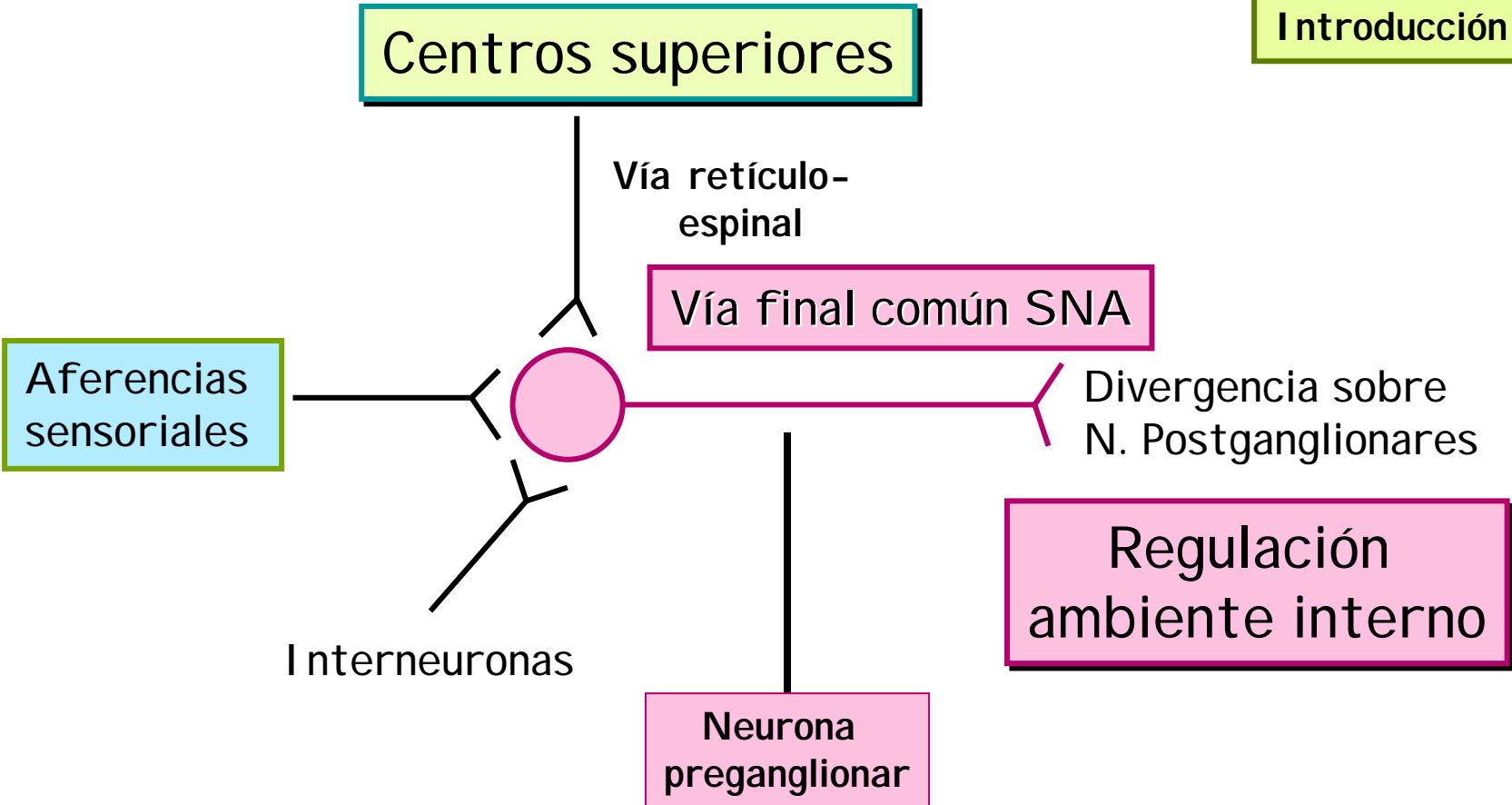
Neuronas preganglionares

- Núcleos pares craneales
Tallo
- Asta intermediolateral
Médula espinal



2. Integración central

Introducción





IV. Anatomía Funcional

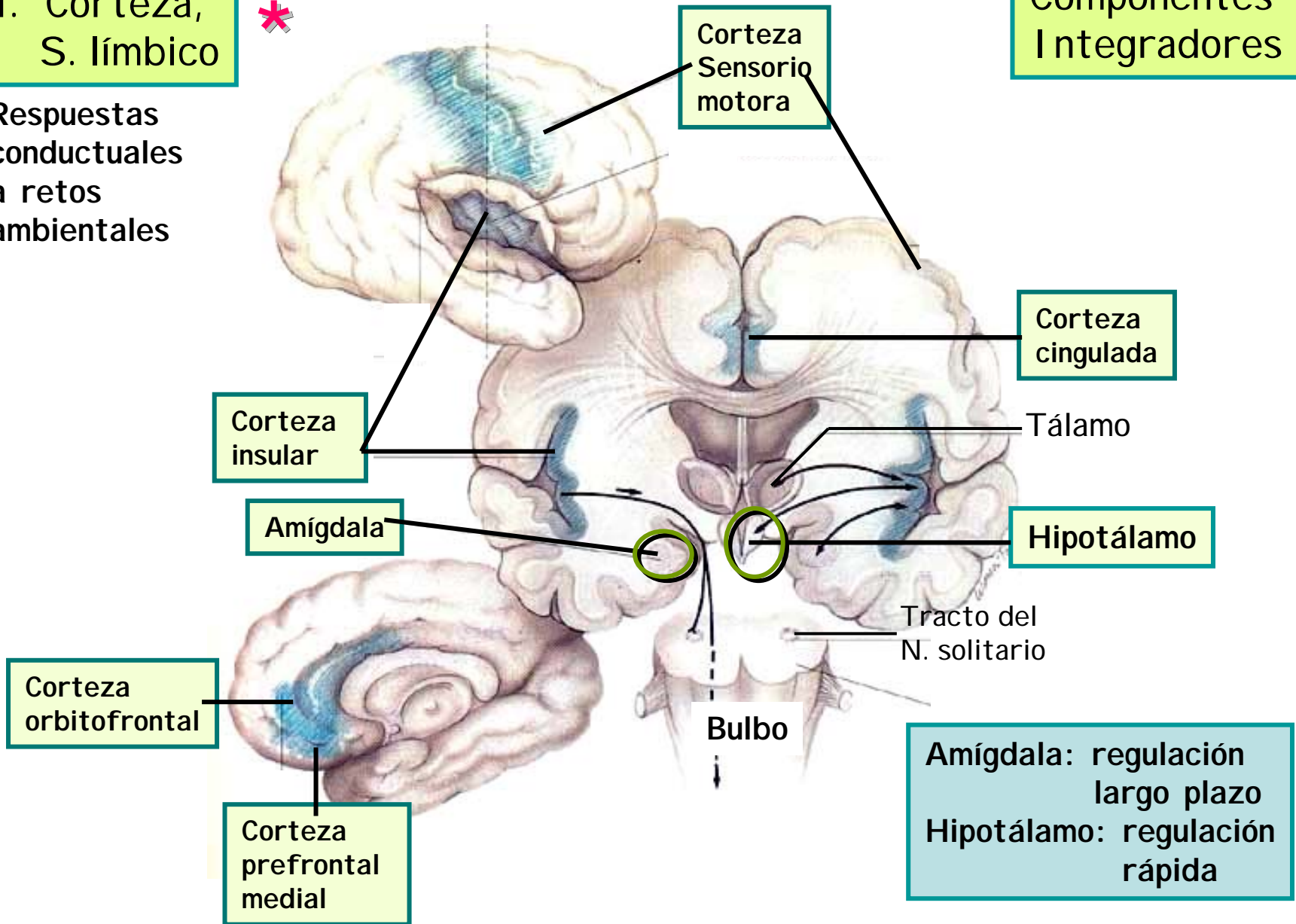
Componentes integradores

1. Corteza, Sistema Límbico
2. Hipotálamo
3. Centros reticulares en tallo
4. N. motoras Preganglionares
5. N. motoras Postganglionares
6. N. locales

1. Corteza, S. límbico *

Respuestas conductuales a retos ambientales

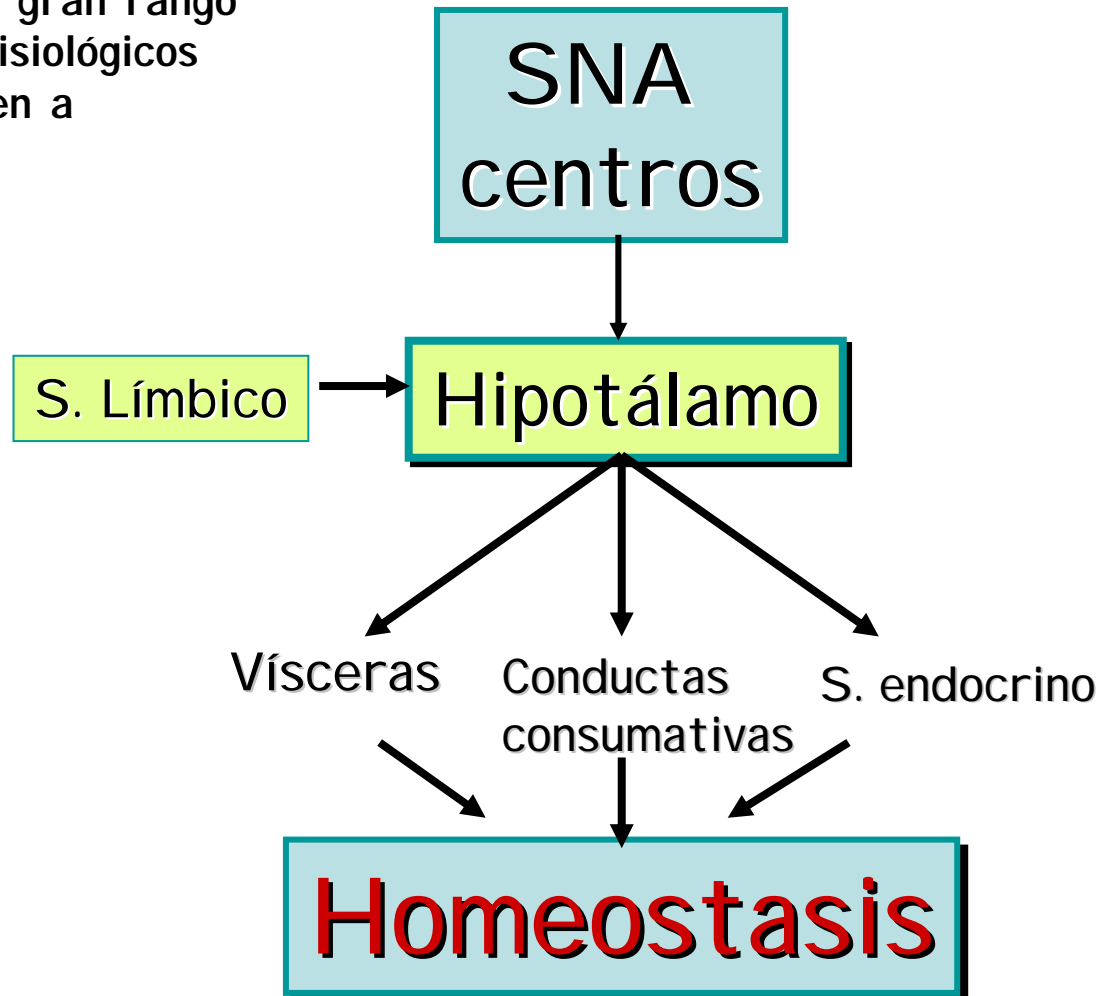
Componentes Integradores



2. Hipotálamo *

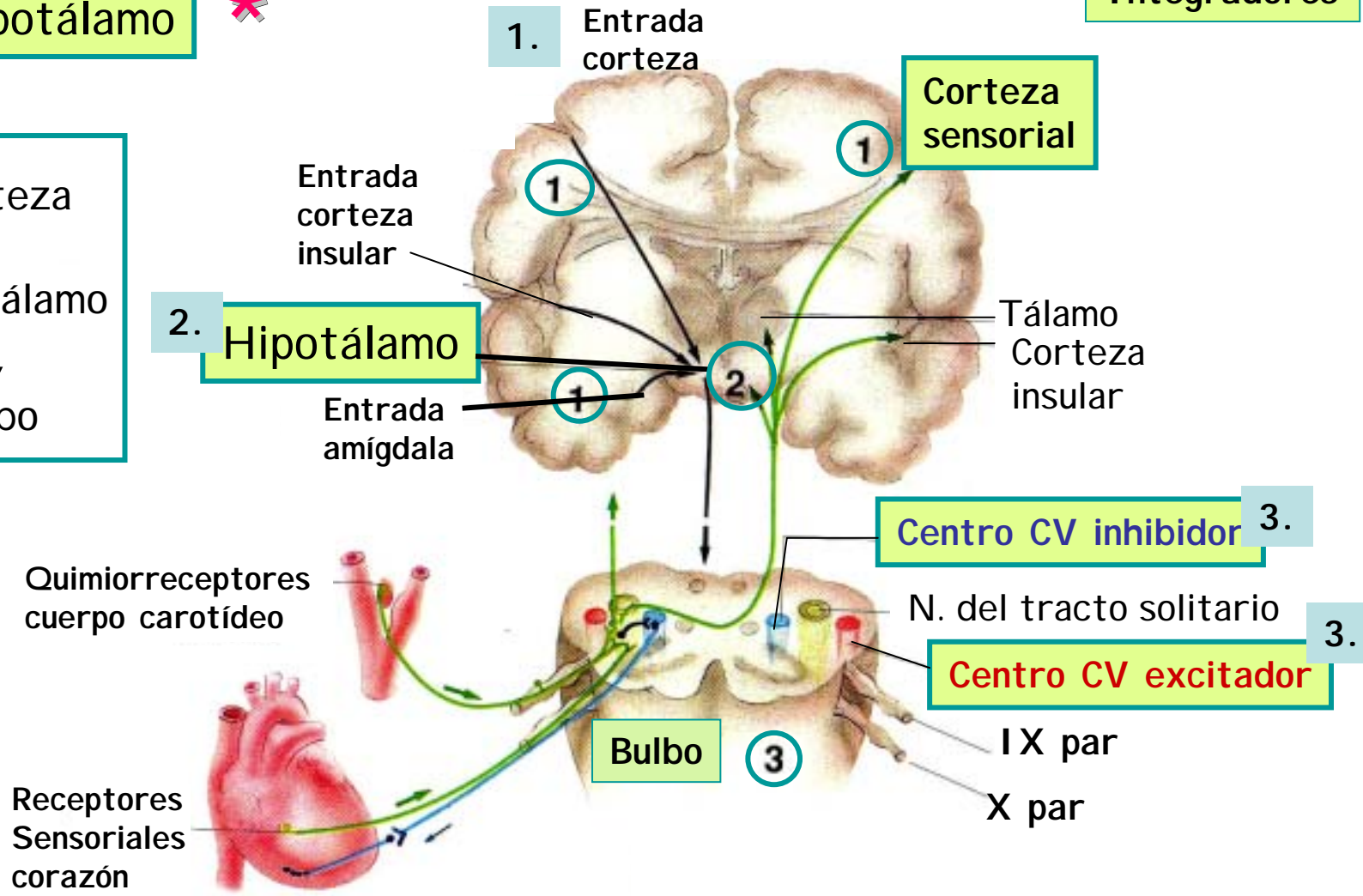
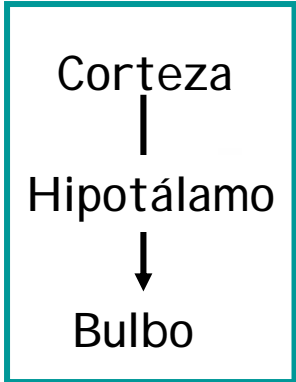
Respuestas a gran rango de cambios fisiológicos que conciernen a supervivencia

Componentes Integradores



Componentes Integradores

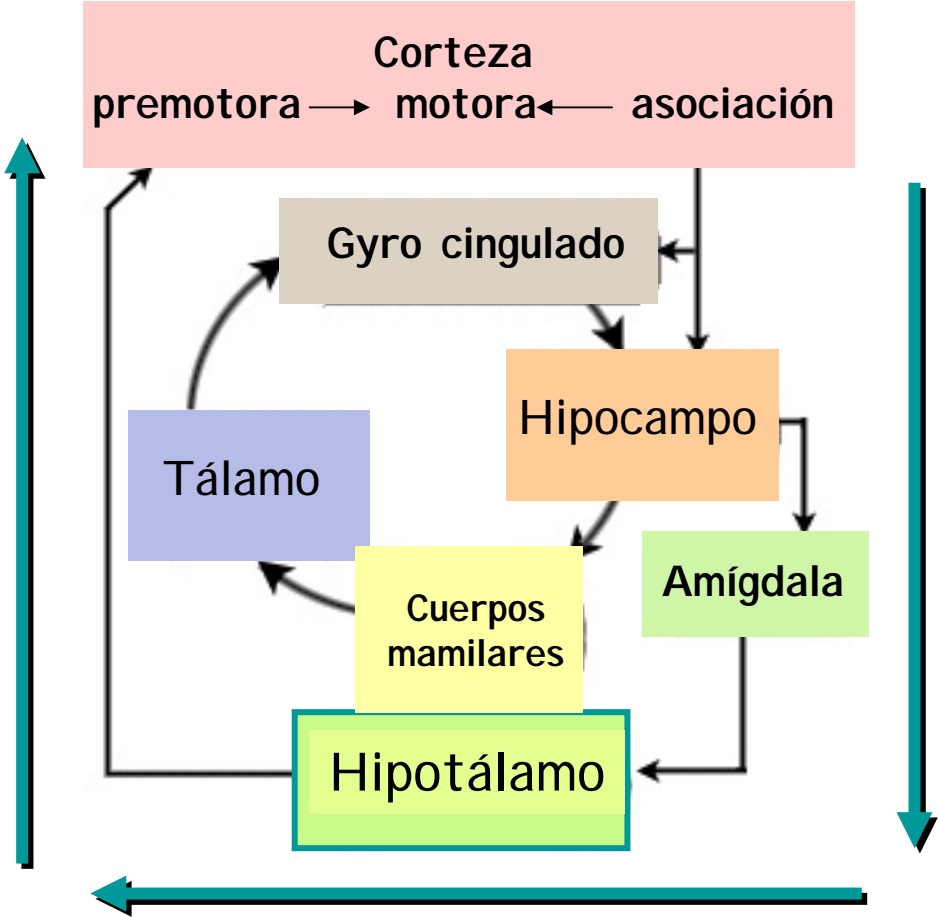
2. Hipotálamo *



2. Hipotálamo

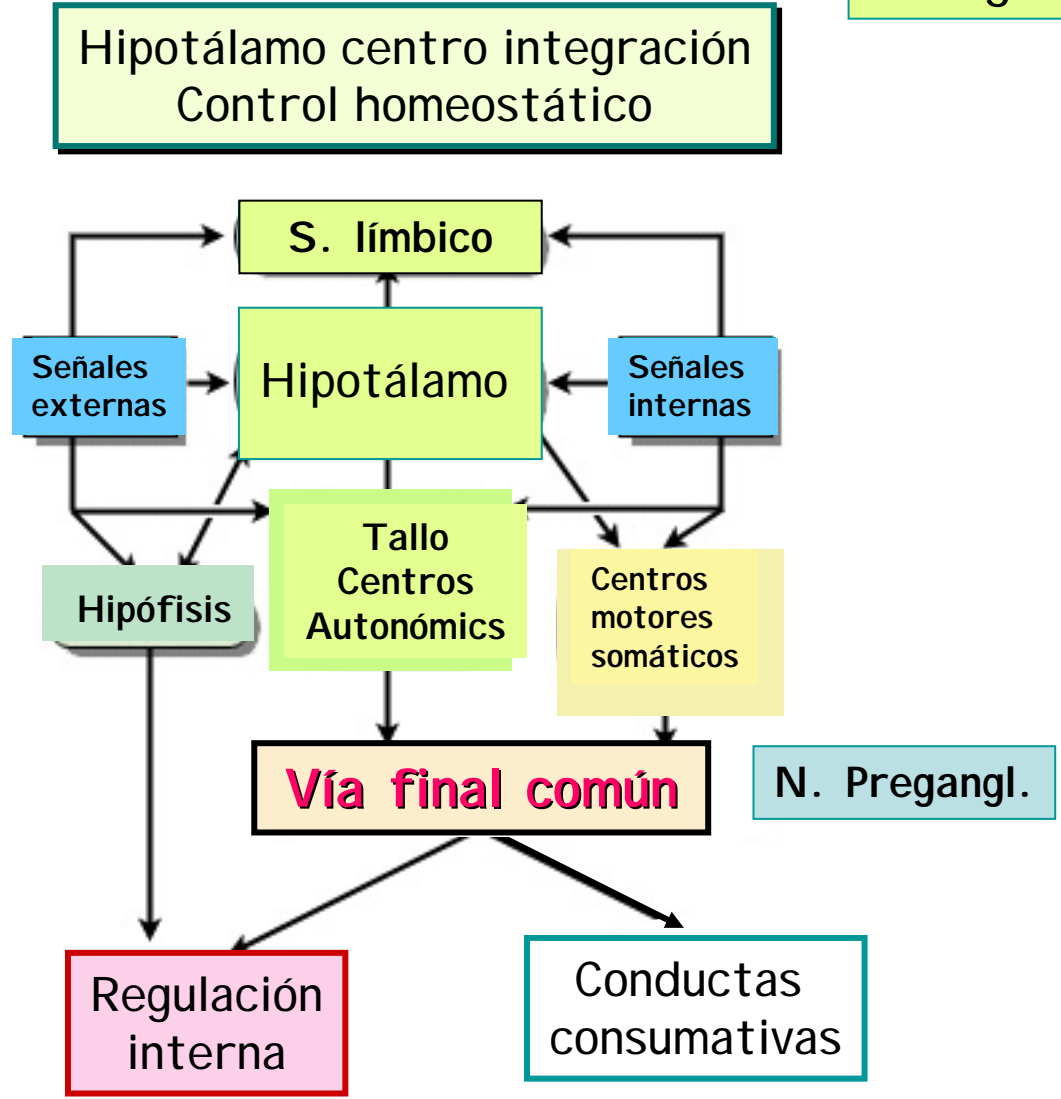
Componentes Integradores

Conexiones del Hipotálamo con S. límbico



2. Hipotálamo

Componentes Integradores



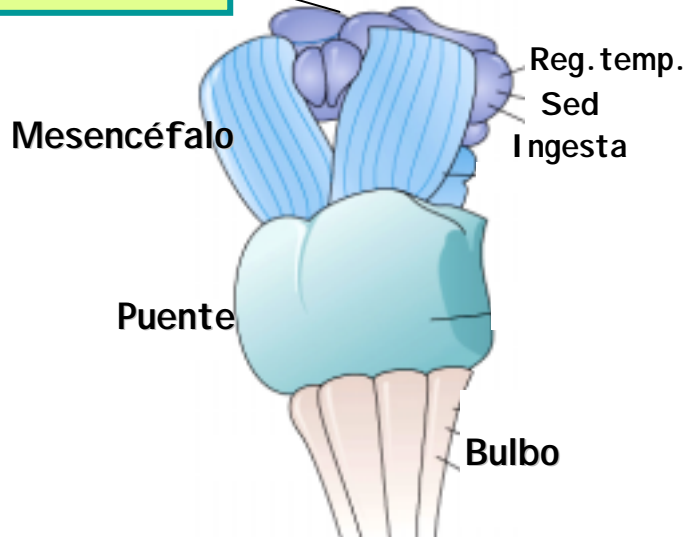


2. Hipotálamo

Regula Homeostasis
a través del SNA

N. Paraventricular PVN
Control visceromotor
y endocrino

Hipotálamo



Funciones:

- Control cardiovascular y balance de líquidos
- Control de temperatura
- Conducta defensiva
- Consumo de comida
- Conducta reproductiva

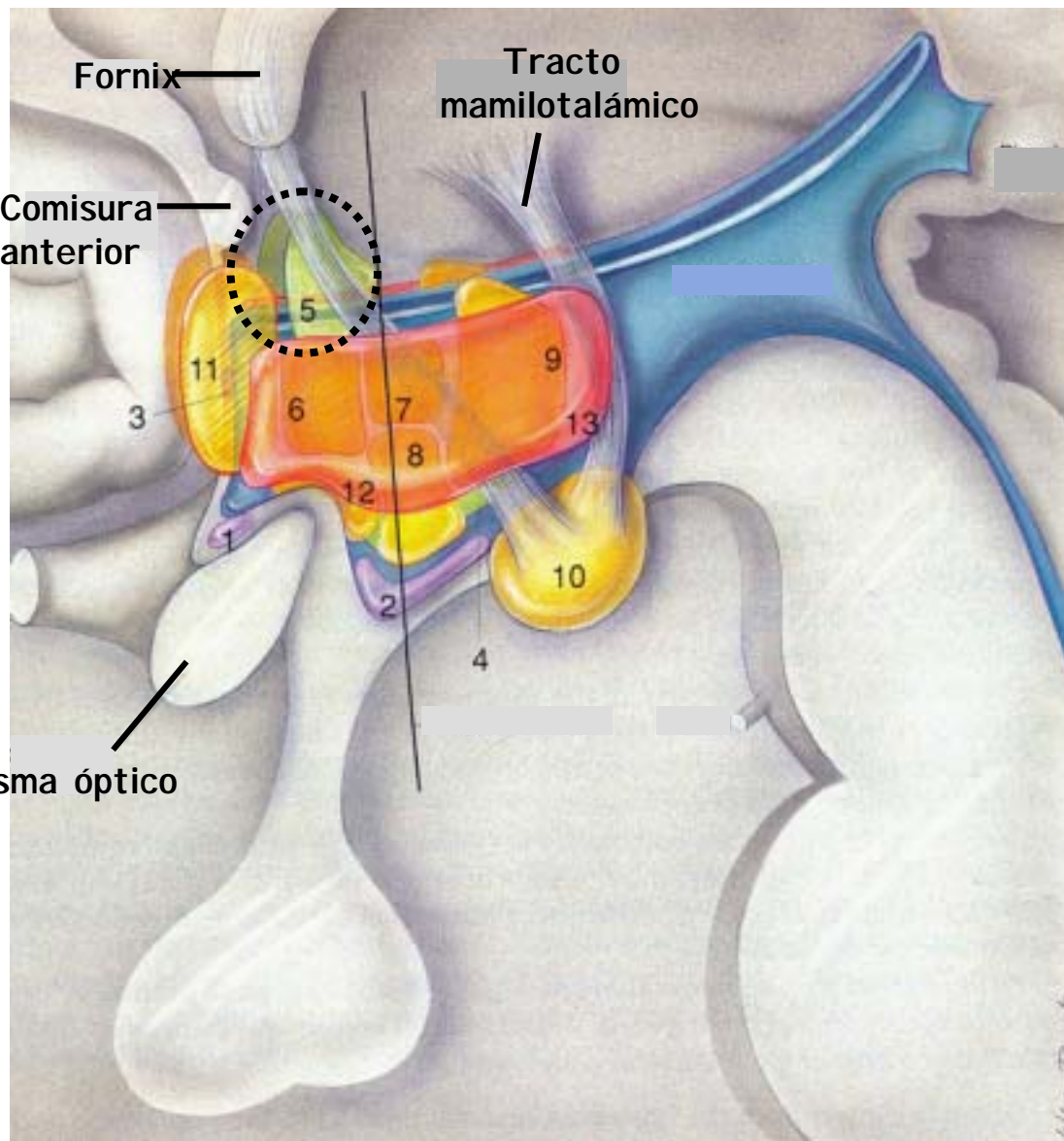
2. Hipotálamo

N. Paraventricular PVM
Control visceromotor

1. N. supraquiasmático
2. N. arcuato
3. Órgano subfornical
4. N. periventricular
5. N. paraventricular
6. N. h. anterior
7. N. h. dorsomedial
8. N. h. ventromedial
9. N. h. posterior
10. Cuerpo mamilar
11. N. preóptico
12. N. supraóptico
13. N. h. lateral



Hipotálamo



Fornix

Tracto
mamilotalámico

Comisura
anterior

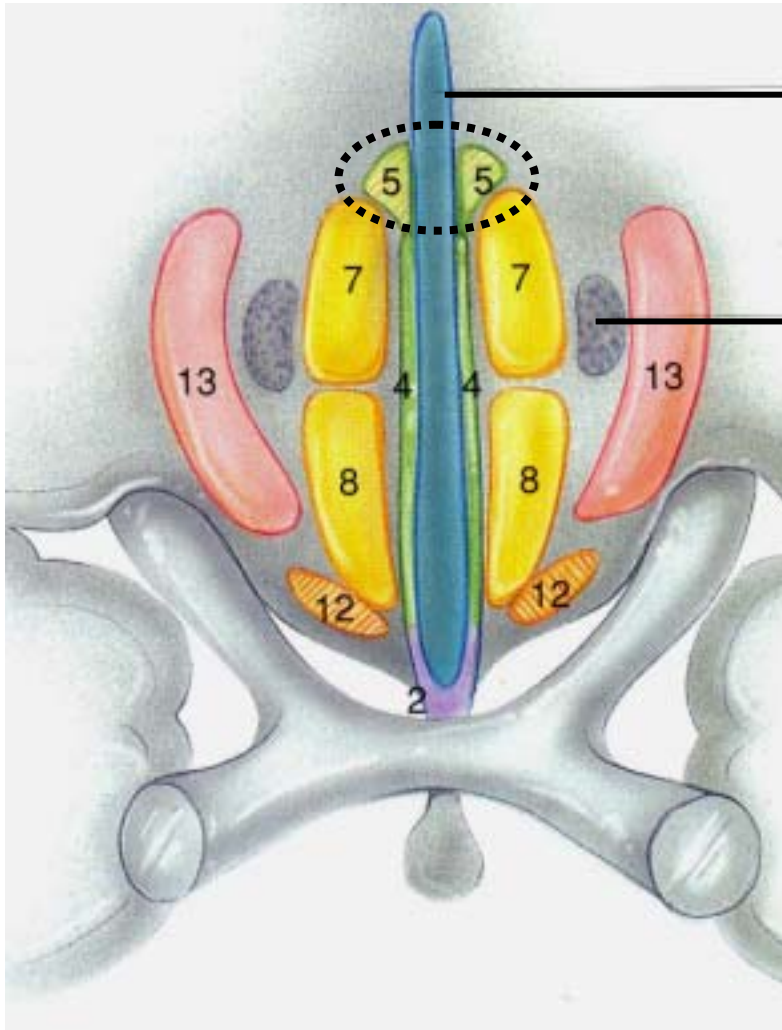
Quiasma óptico

2. Hipotálamo

N. Paraventricular PVM
Control visceromotor



Hipotálamo



III ventrículo

Fornix

2. N. arcuato

4. N. periventricular

5. N. paraventricular

7. N. h. dorsomedial

8. N. h. ventromedial

12. N. supraóptico

13. N. h. lateral



2. Hipotálamo

Control Cardiovascular y Balance Hídrico

Núcleo paraventricular (PVN)

Magnocelular:

Produce vasopresina o antidiurética (ADH)
Reabsorción de agua en riñones

Parvocelular:

Recibe inf. de centros CV y envía a tallo y médula
Ajusta FC y contractilidad cardíaca
Resistencia periférica

Balance líquidos
Gasto cardíaco
Presión arterial



2. Hipotálamo

Control Cardiovascular y balance hídrico

HI PEROSMOLARI DAD

- **Activación osmorreceptores hipotálamo**
- **Activación c. magnocelulares**
Aumenta ADH
Retención de agua

Corrección osmolaridad

Control
Homeostasis

HIPOVOLEMI A

- **Activación barorreceptores grandes vasos**
- **Información a Hipotálamo y centros CV tallo**
- **Liberación Angiotensina II a sangre, detección en hipotálamo**
- **Activación de c. magnocelulares**
Aumento de ADH
- **Activación c. parvocelulares**
Ajuste de actividad cardiaca

Corrección volemia

Control Homeostasis



2. Hipotálamo

Control de temperatura

AUMENTA temperatura

- Vasodilatación
- Sudación
- Disminución metabolismo

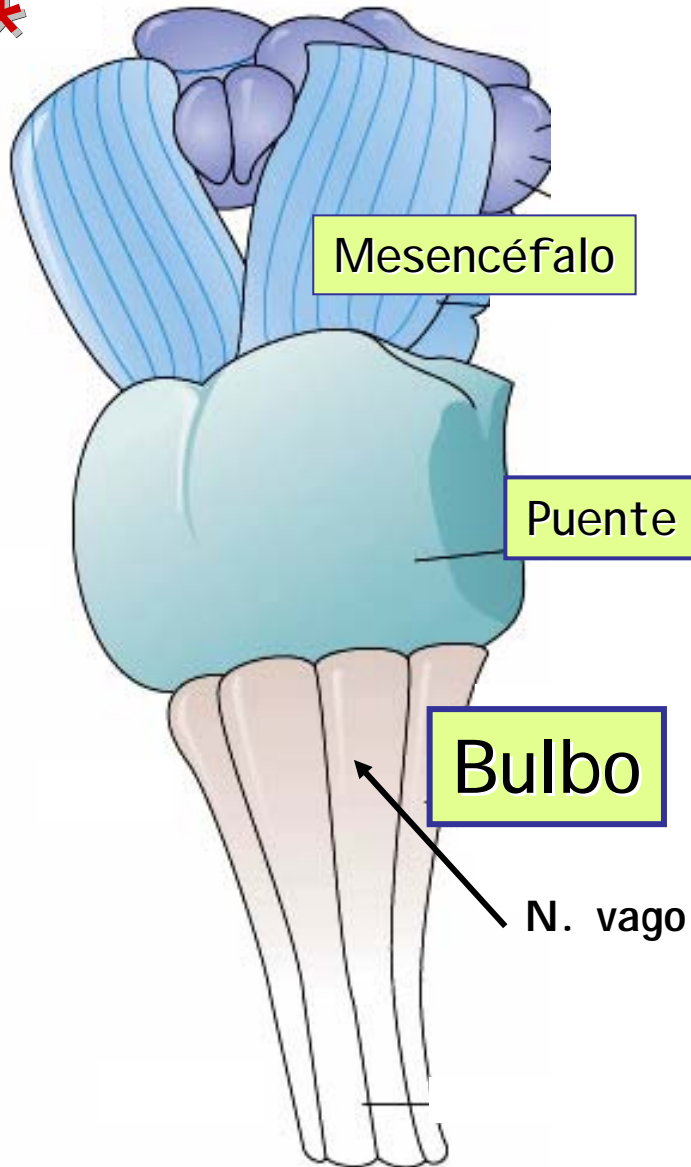
DISMINUYE temperatura

- Vasoconstricción periférica
- Piloerección
- Escalofrío



Conducta defensiva

- Dilatación pupilar
- Piloerección
- Sudación
- Aumento de frecuencia cardiaca y respiratoria



3. Centros en tallo

Coordina acciones de sistemas individuales

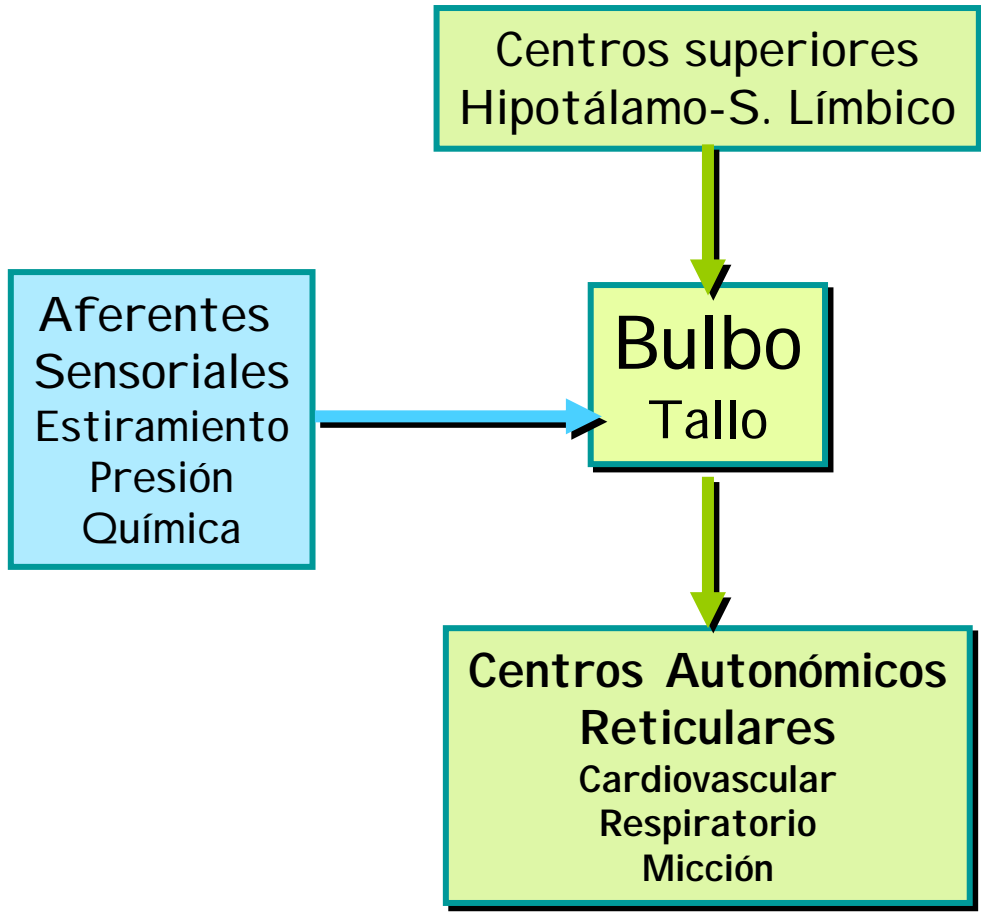
Bulbo recibe:

- * Entrada vía vagal de
 - R. estiramiento:
 - pulmones
 - corazón
 - aorta
 - TGI
 - Quimiorreceptores

Produce respuestas reflejas y mantiene homeostasis

IV. Anatomía Funcional

Componentes Integradores



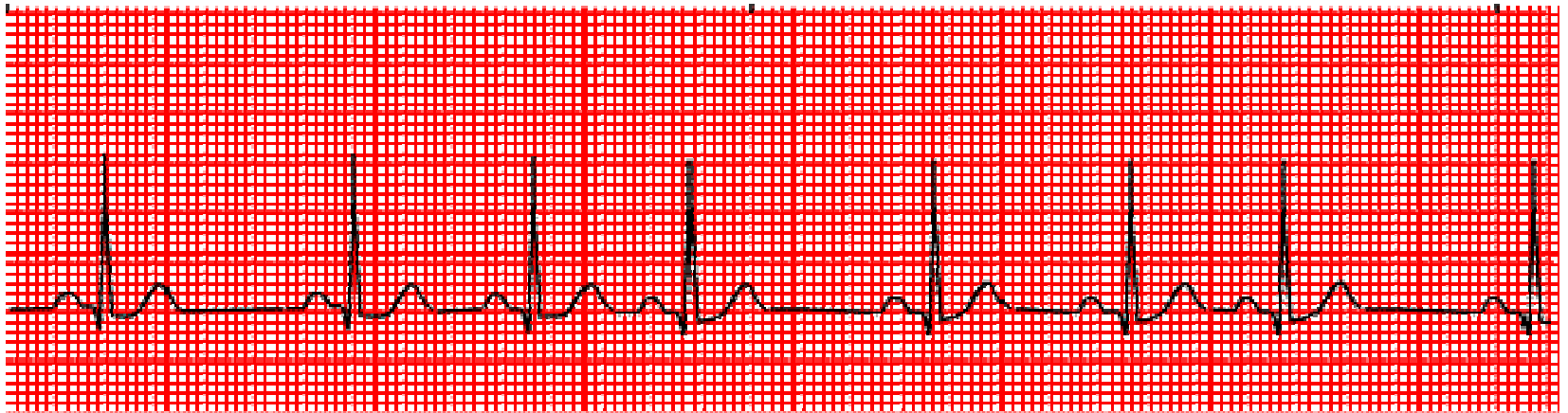


Efectos de Entrada Sensorial a Centros Bulbares vía Vago

Órganos	Tipo de receptores	Efectos reflejos
Pulmones	Receptores de estiramiento Receptores tipo "J"	Inhibición de inhalación adicional Aumento de frecuencia cardiaca * y vasodilatación Estimulados por congestión pulmonar Sensación de falta de aire y caída refleja de frecuencia cardiaca y presión arterial
Aorta	Quimiorreceptores Barorreceptores	Estimulados por aumento de CO ₂ y disminución de O ₂ Aumento de frecuencia cardiaca , respiratoria y vasoconstricción Estimulados por aumento de presión arterial Disminución refleja de frecuencia cardiaca
Corazón	Receptores de estiramiento auriculares Receptores de estiramiento ventriculares	Inhiben secreción de ADH y aumentan volumen de orina excretada Disminución refleja de frecuencia cardiaca y vasodilatación
Tracto GI	Receptores de estiramiento	Sensación de saciedad, molestia y dolor

Efectos de Entrada Sensorial a Centros Bulbares vía Vago

Arritmia sinusal respiratoria *



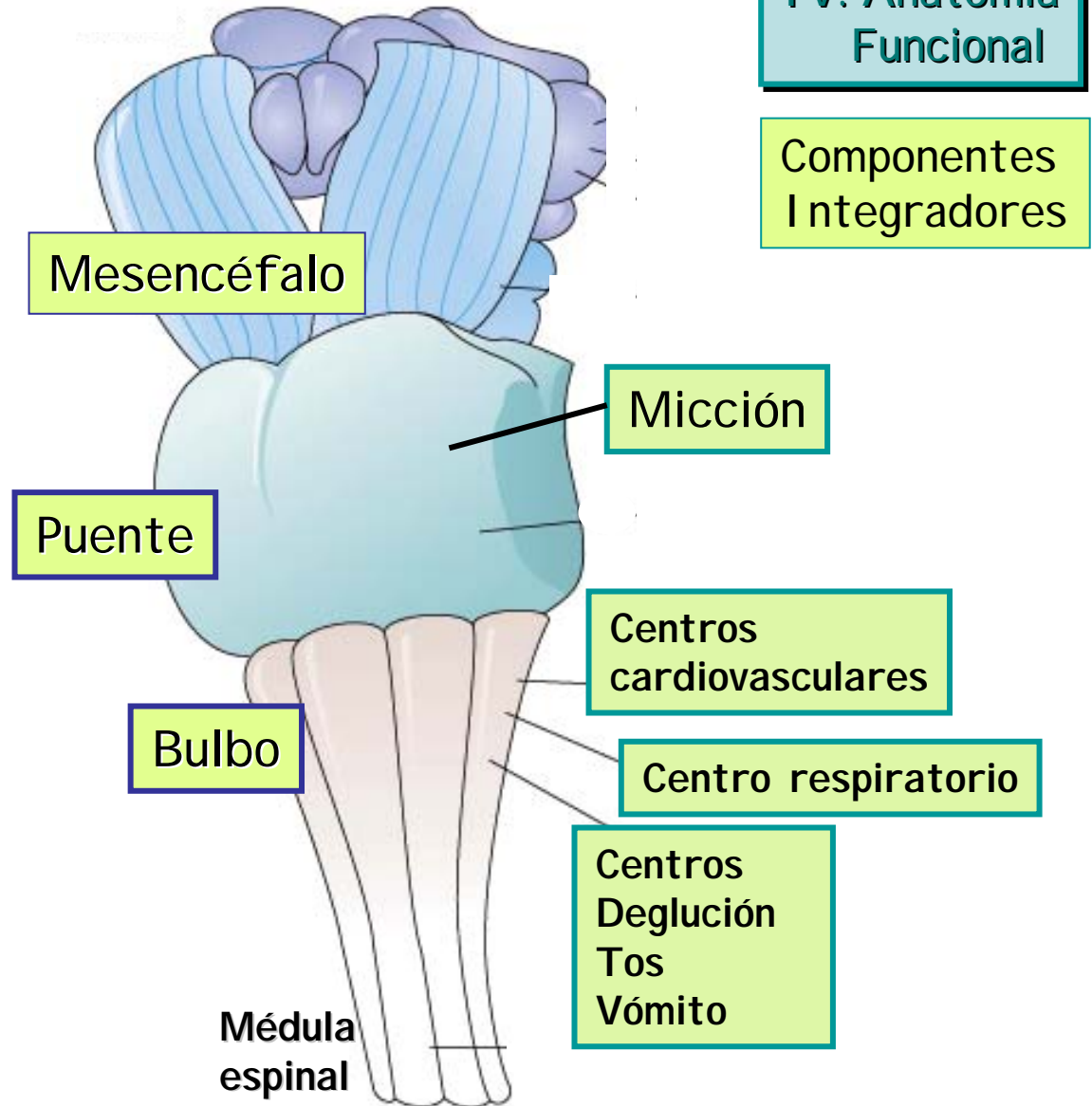
HEALTH INTERACTIVE © 1999 - WWW.RNCEUS.COM

En inspiración, la información de distensión pulmonar vía vago va a Centros CV del tallo y produce aumento de FC

3. Centros en tallo

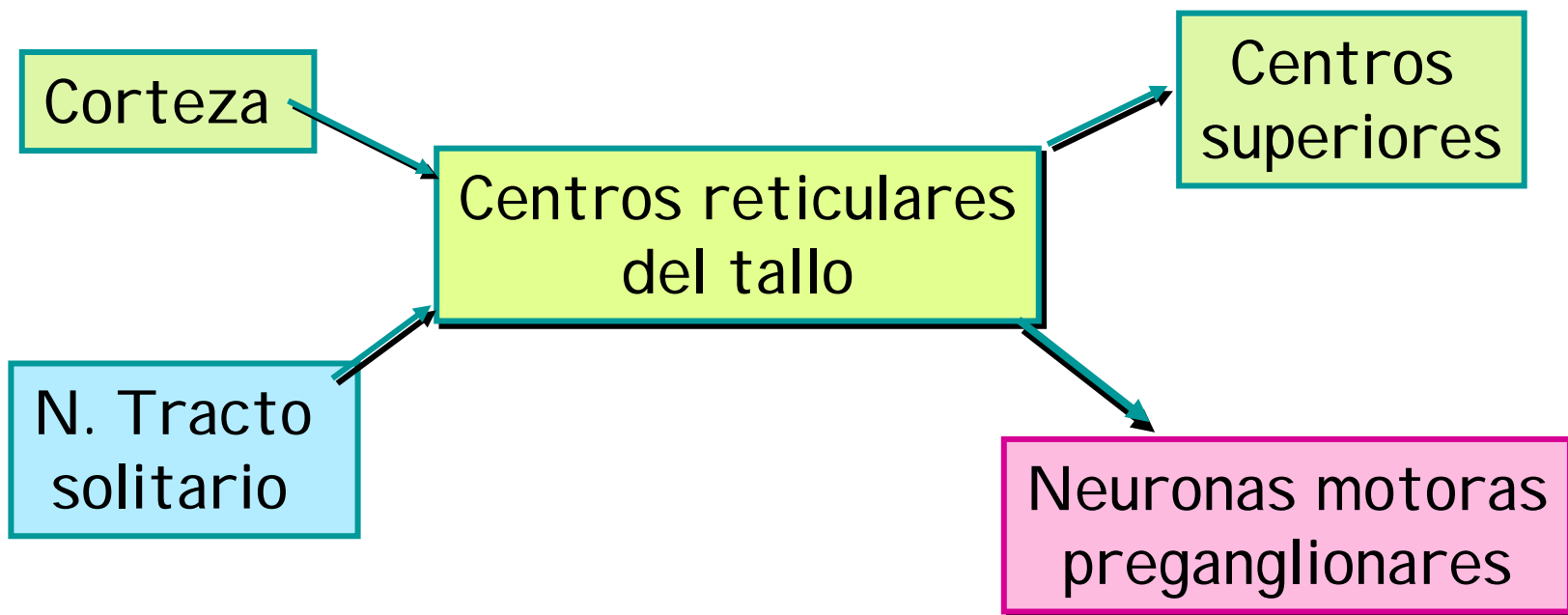
Sust. Gris periacueductal
Centros micción
Centros cardiovasculares
Centros respiratorios

Control
Homeostasis



IV. Anatomía Funcional

Componentes Integradores

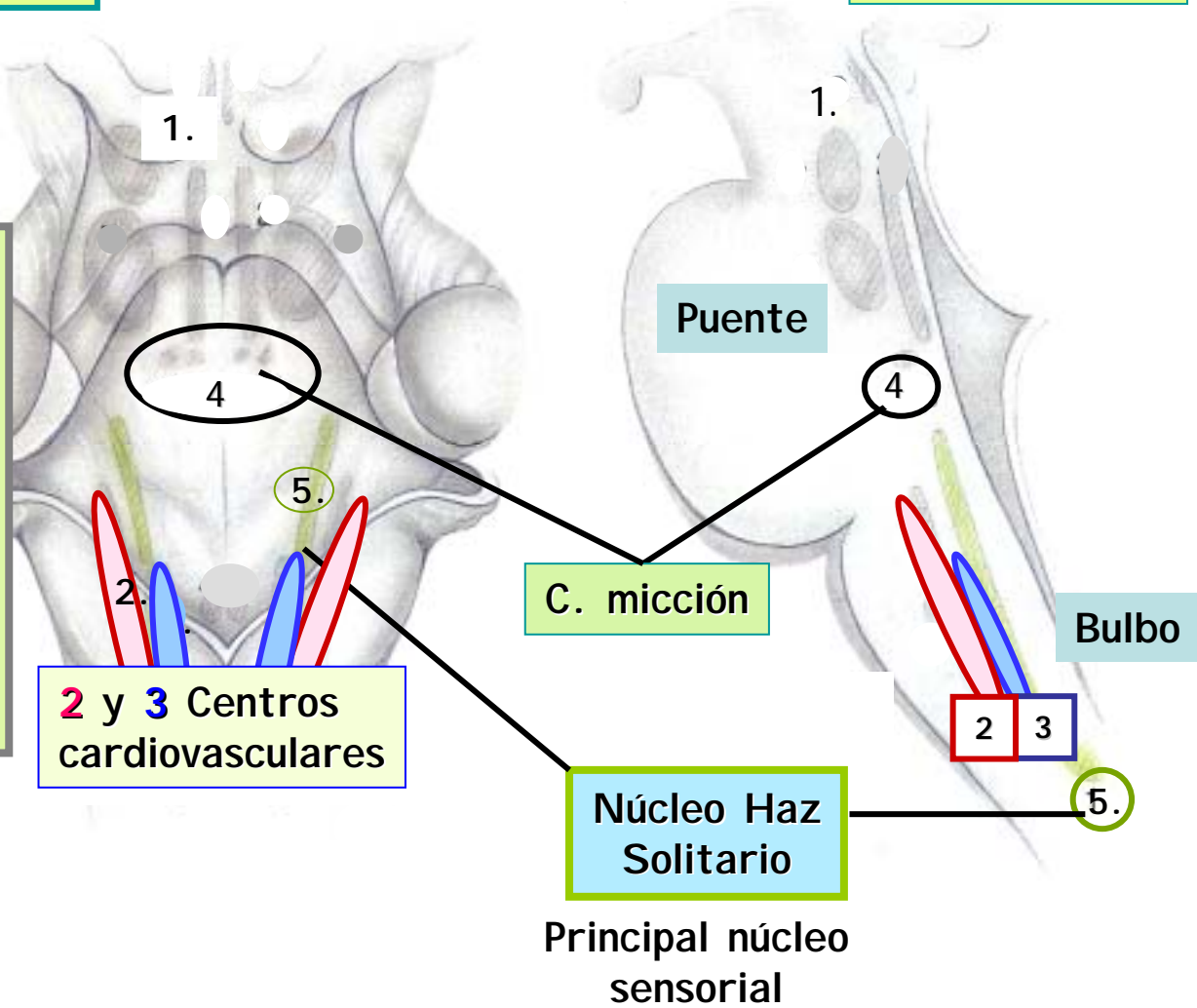




3. Centros reticulares Tallo

Componentes Integradores

- 1. Sust. gris periacueductal mesencéfalo
- 2. **Centro CV excitador** bulbo
- 3. **Centro CV inhibitor** bulbo
- 4. Centros micción puente





3. Centros reticulares Tallo

Componentes
Integradores

Centros Cardiovasculares (Bulbo)

Ajustan actividad CV para satisfacer demandas
Relación con Centros respiratorios

Centro CV EXCITADOR

Bulbo ventrolateral

Marcapasos a

N. Simpáticas Preganglionares

Centro CV INHIBIDOR

N. Núcleo Ambiguo
bulbo medial

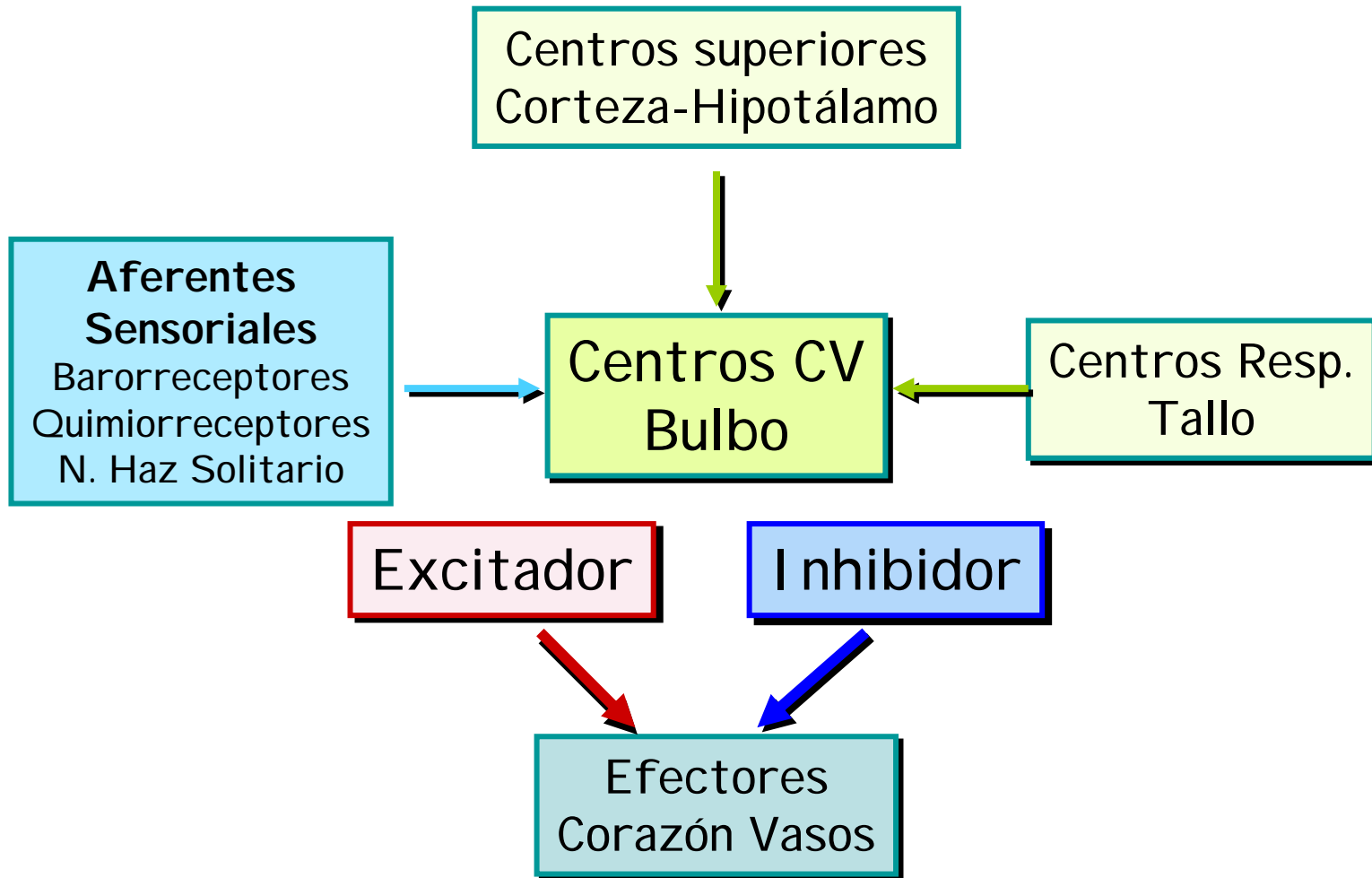
N. Parasimpáticas Preganglionares

Interrupción influencia excitadora de tallo a m. espinal produce
caída de presión arterial en choque espinal

Ojo!!



Componentes Integradores



3. Centros reticulares tallo

Componentes Integradores



Centros Respiratorios (Bulbo)

Células bulbo dorsal I nspiración
Células bulbo ventral Espiración

Control N. Respiratorias

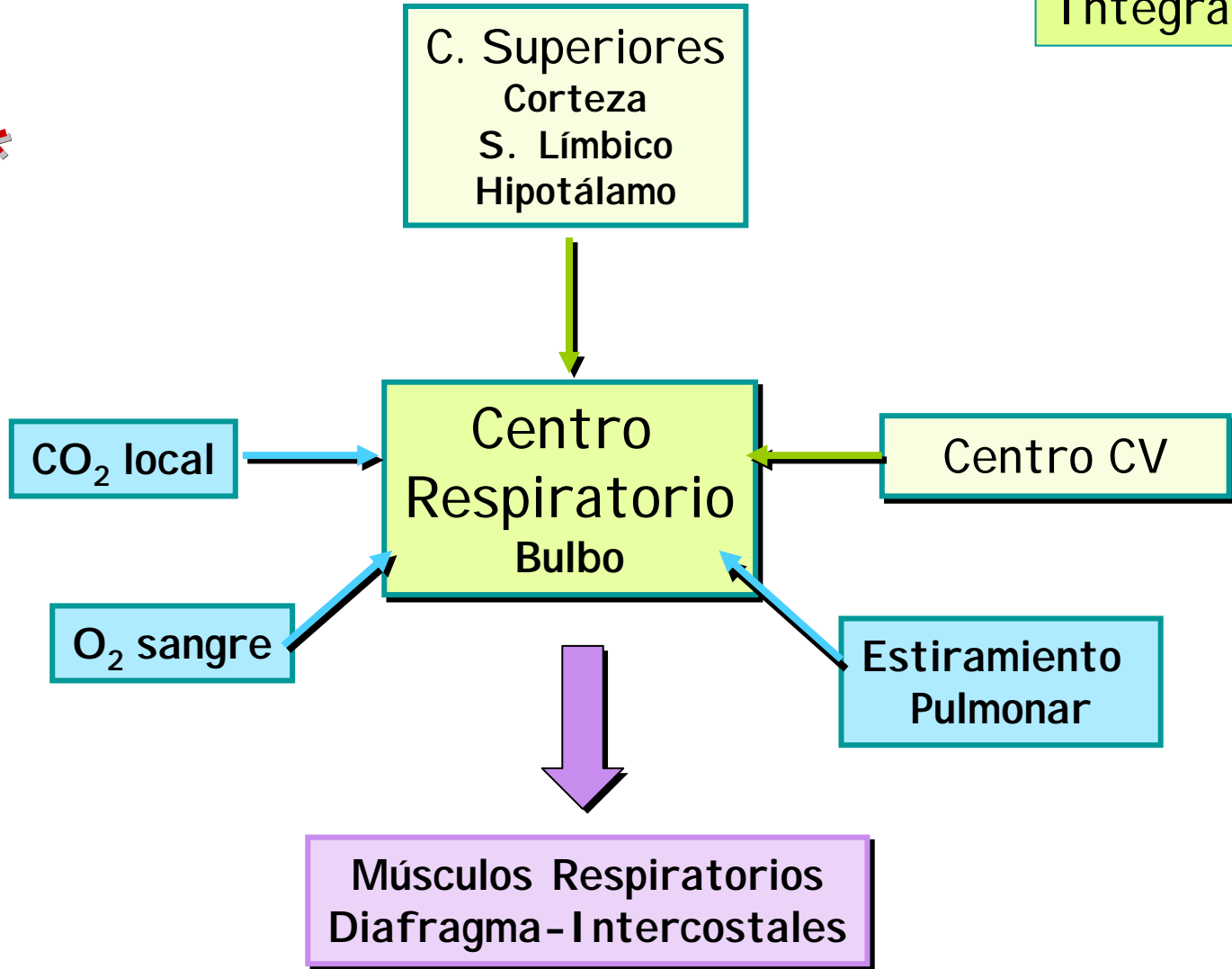
- * Niveles locales de CO_2
- * Entrada periferia:
O₂ en sangre
R. estiramiento pulmones
- * Señales de Centros CV y Superiores

N. Respiratorias

Estimulan:

- * Diafragma
(N. frénico, médula cervical)
- * Músculos torácicos y abdominales
(N. espinales somáticos, médula toracolumbar)

Componentes Integradores



3. Centros reticulares tallo

Componentes Integradores



Centros de micción (Puente)

Sensación de "vejiga llena" inicia
Reflejo de Micción medular S2-S4

Corteza modifica el reflejo por vía descendente

Centro Almacenamiento
Puente rostral dorsolateral

Inhibe actividad vesical
y estimula contracción esfínteres

Relajación detrusor
Contracción esf. uretrales

Acción Simpática

Llenado Vesical

Centro Vaciamiento
Puente medial

Estimula actividad vesical e
inhibe contracción esfínteres

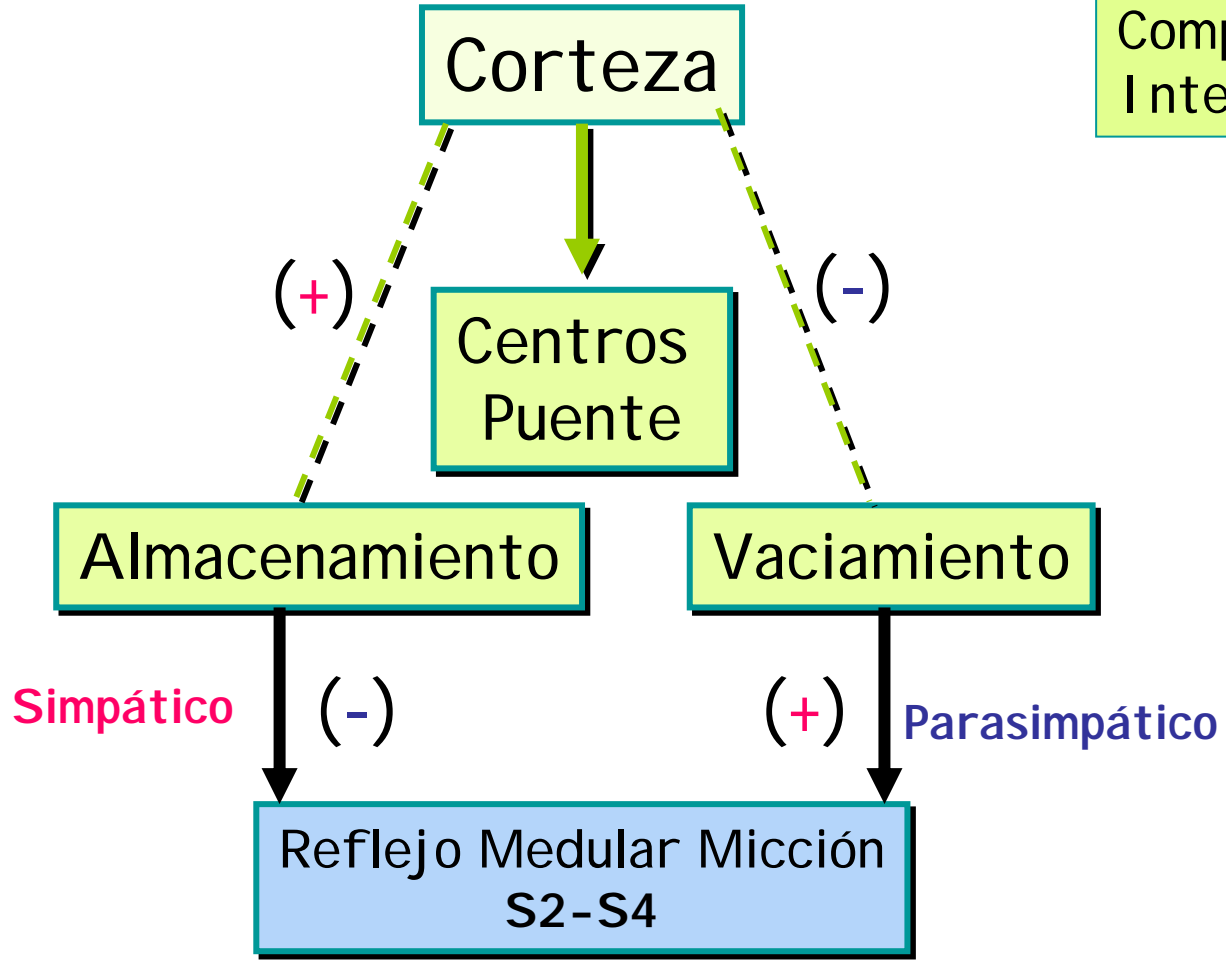
Contracción detrusor
Relajación esf. uretrales

Acción Parasimpática

Vaciado Vesical

Componentes Integradores

**



Vejiga llena → Vaciamiento

Estiramiento Pared vesical Contracción detrusor
Relajación esfínteres

IV. Anatomía Funcional

Componentes integradores

1. Corteza, Sistema Límbico
2. Hipotálamo
3. Centros reticulares en tallo
4. N. motoras Preganglionares
5. N. motoras Postganglionares
6. N. locales

Componentes Integradores

Impulsos del tallo

Ganglio simpático preaórtico

N. Asta intermediolateral

Ganglio simpático paravertebral

4. N. Simpática pregangl.

5. N. Simpática postgangl.

N. comando Brazo eferente

Axón para-simpático pregangl.

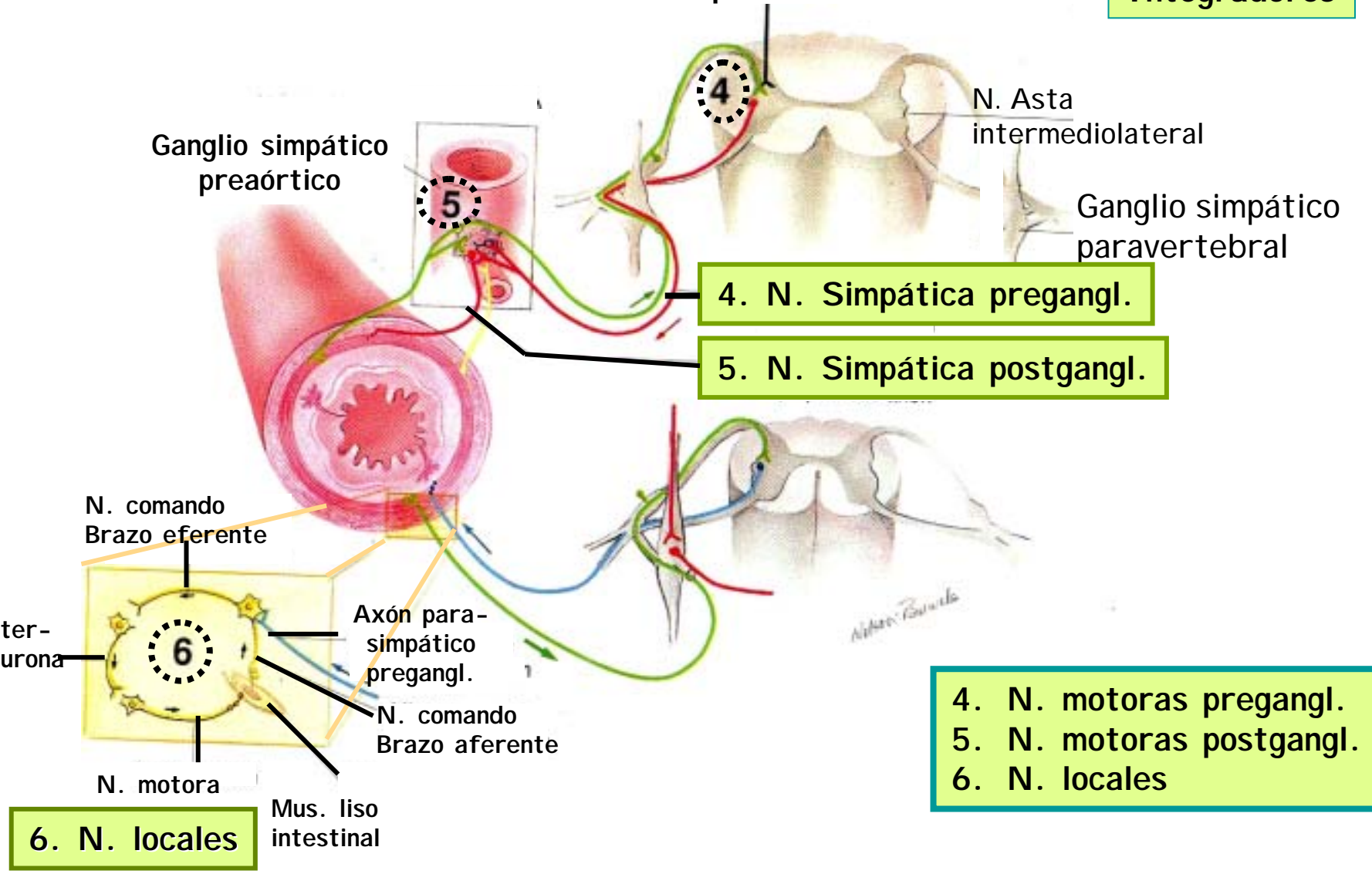
N. comando Brazo aferente

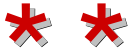
N. motora

Mus. liso intestinal

6. N. locales

4. N. motoras pregangl.
5. N. motoras postgangl.
6. N. locales

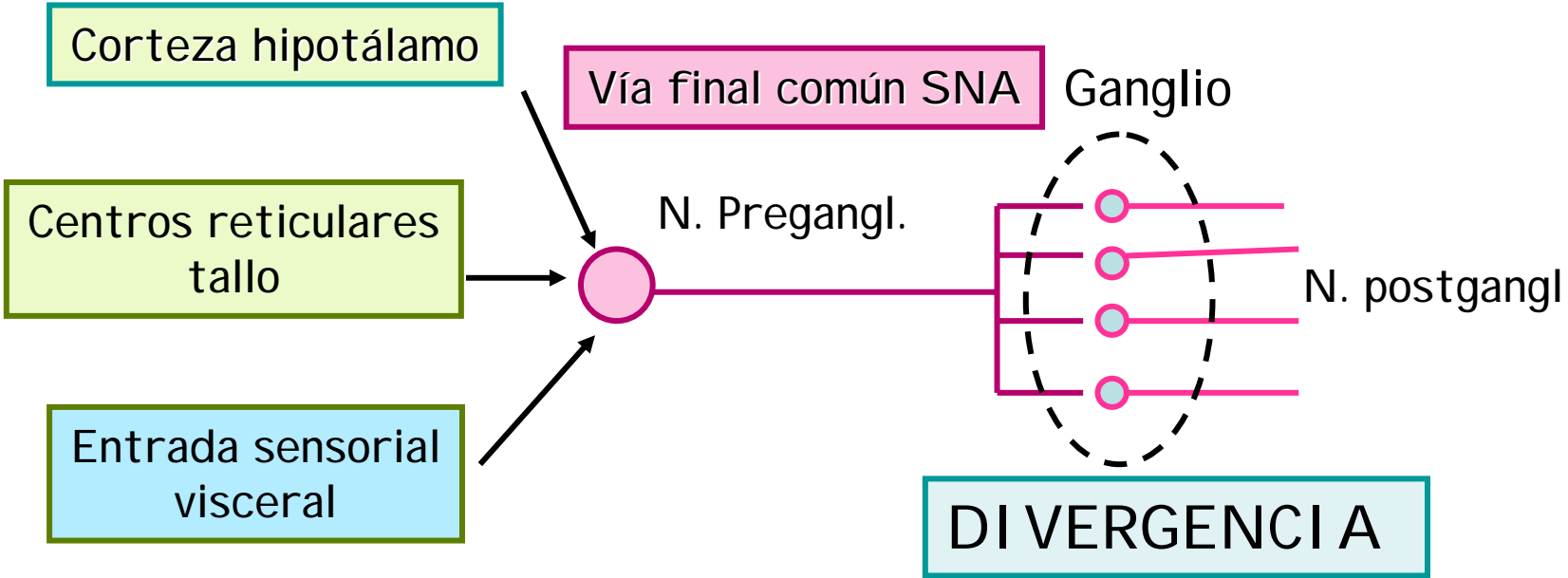




Componentes Integradores

4. N. preganglionar

Modulan actividad refleja en grandes áreas





Ganglio simpático

T7

Principio de Divergencia

Ramo comunicante blanco

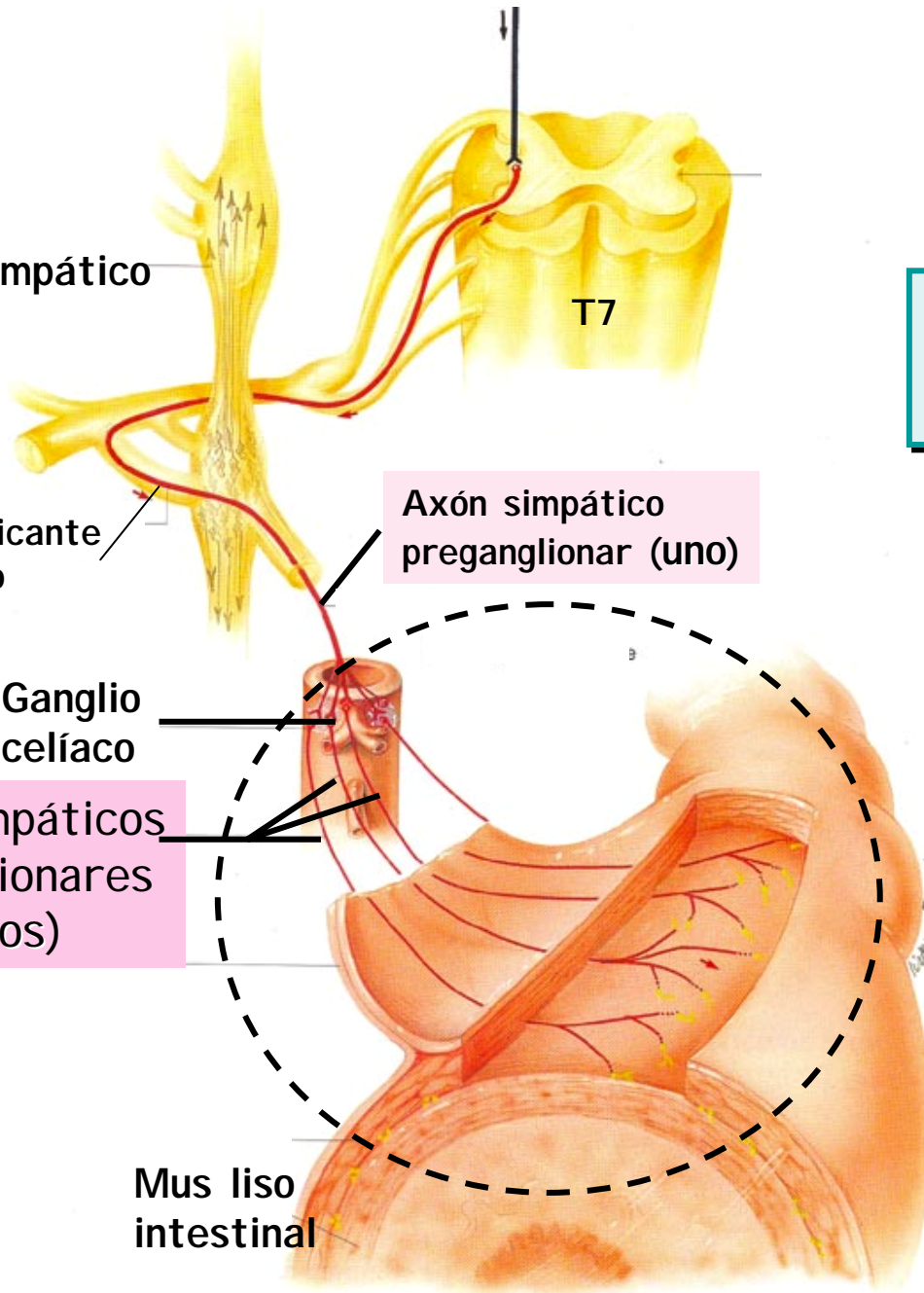
Axón simpático preganglionar (uno)

Es mayor en el simpático

Ganglio celíaco

Axones simpáticos postganglionares (muchos)

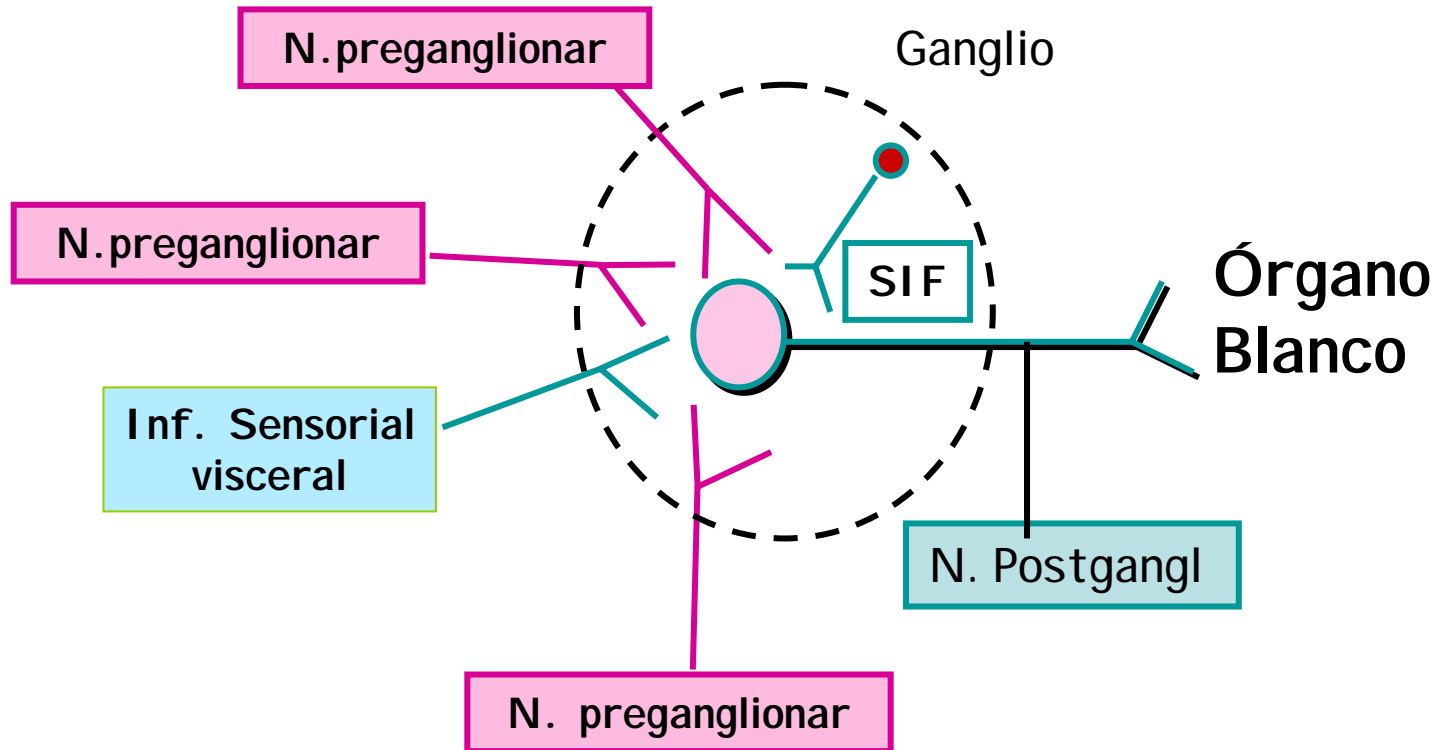
Mus liso intestinal



5. N. postganglionar

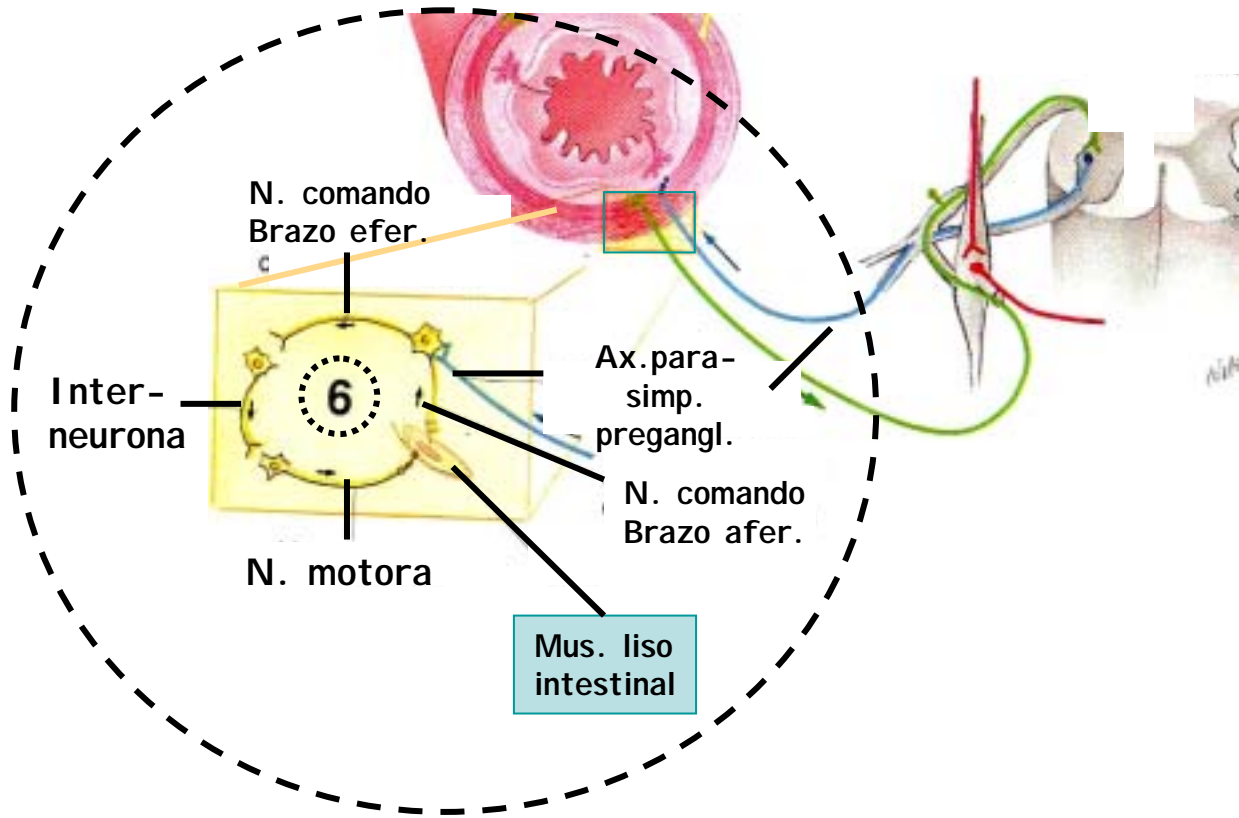
Integran actividad
refleja en órganos

Componentes
Integradores



6. N. locales

Integran reflejos locales dentro del órgano



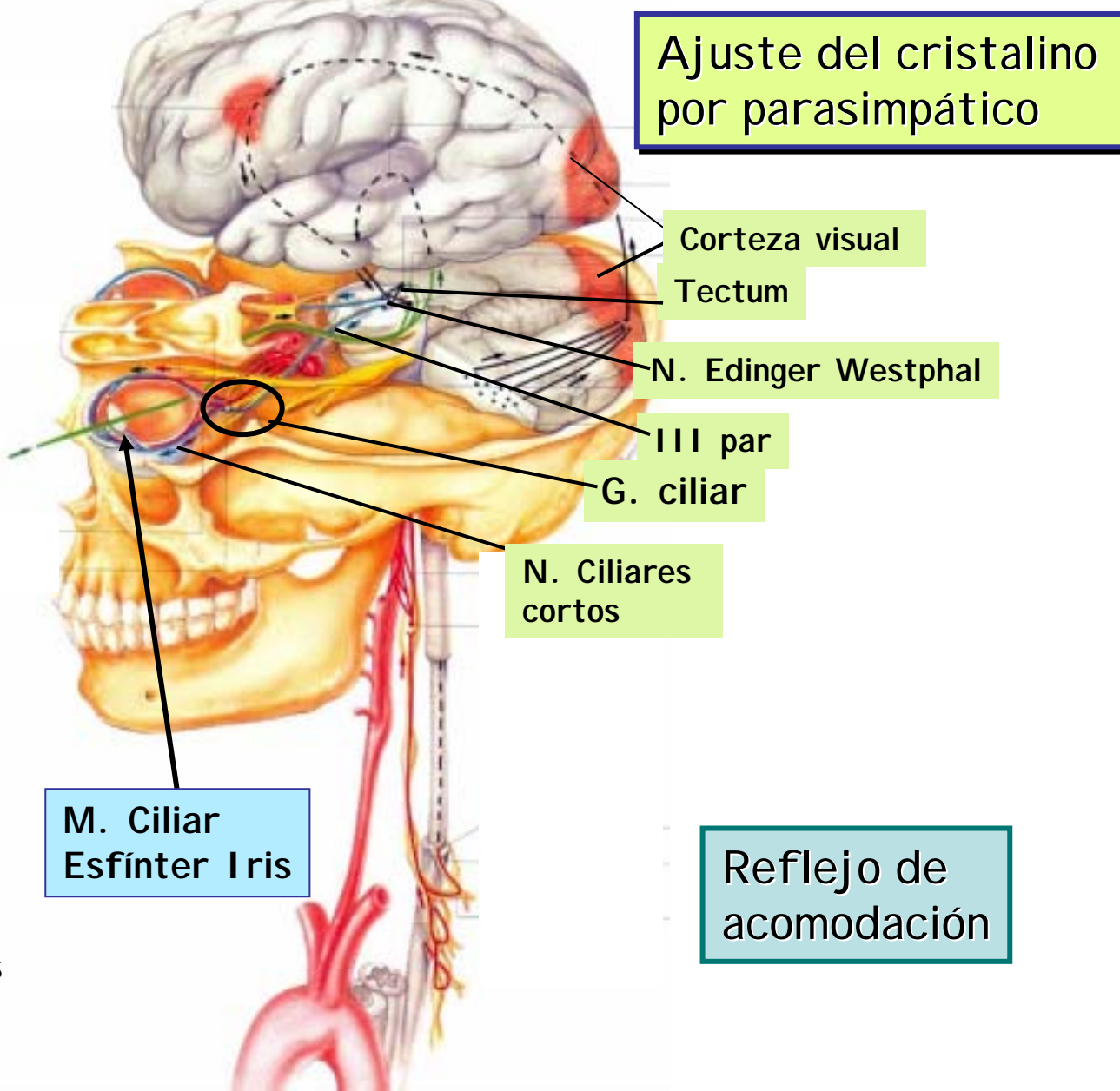
Ejemplos:

Integración Autonómica
A varios niveles

Inf. Sensorial visual

Imagen fuera de foco

- A corteza visual
- A región pretectal
- A N. Edinger Westphal
- N. Pregangl. Parasimp. a g. ciliar
- N. Postgl. Parasimp. a m. ciliar y esfínter iris



Reflejo de acomodación

M. Ciliar Esfínter Iris

Ajuste del cristalino por parasimpático

Corteza visual
Tectum

N. Edinger Westphal

III par

G. ciliar

N. Ciliares cortos



Ejemplos:

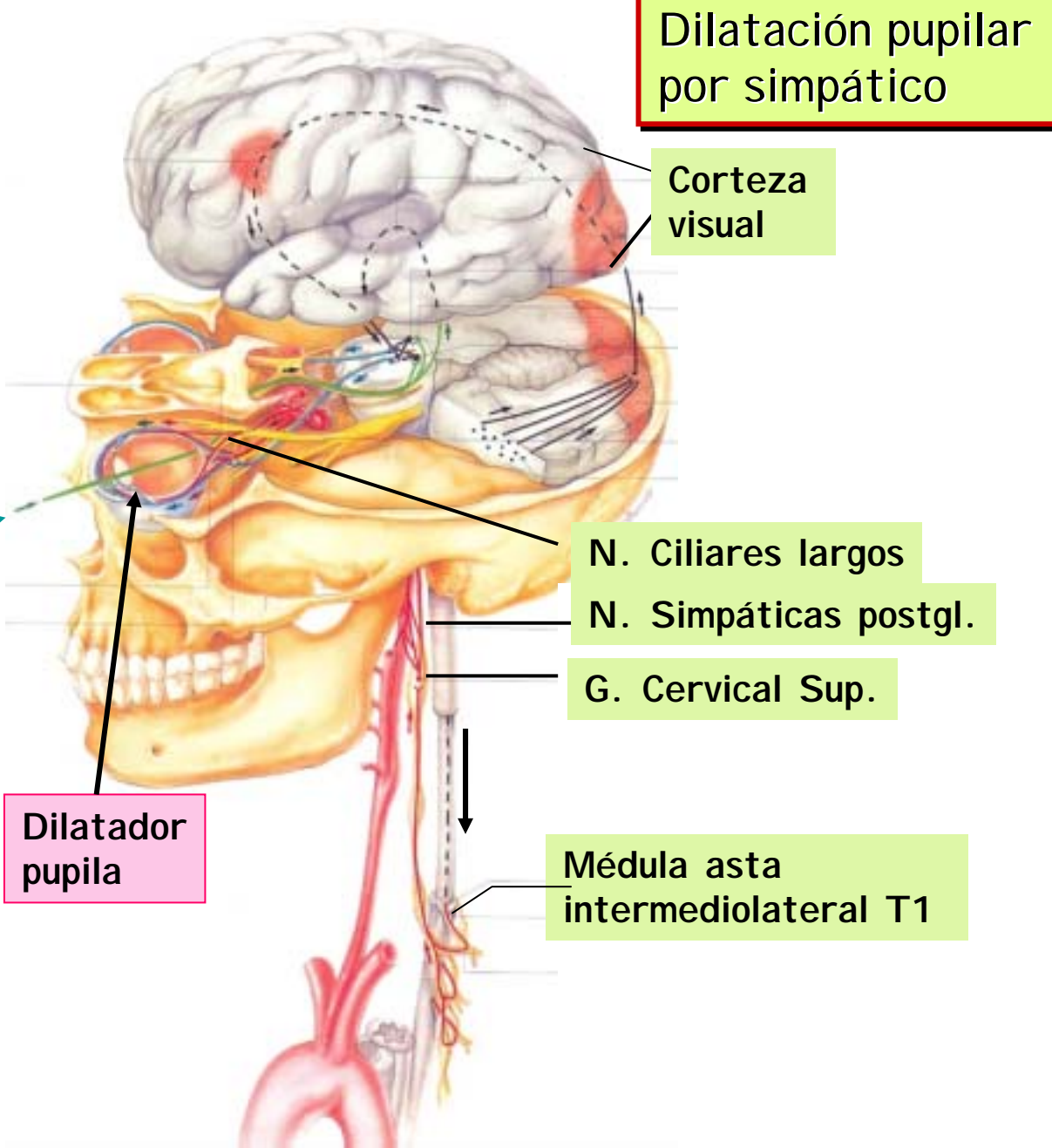
**Integración
Autonómica
A varios niveles**

Baja luz
Miedo
Agresión

"para verte mejor..."

Inf. sensorial visual

- A corteza visual
- A médula, asta intermediolateral
- A gl. Cervical sup.
- N. Postgl. Simpáticas a m. dilatador pupila





Integración Autonómica Ejemplos

Imagen fuera de foco

Corteza visual

Área Pretectal

N. Edinger Westphal
N. Pregangl. Parasimp.

Ganglio Ciliar
N. Postgang.
Parasimp.

N. Ciliares cortos

Músculo Ciliar

Ajuste cristalino

Poca luz

Corteza

Médula Espinal
N. Pregangl. Simp.

Ganglio Cervical Sup
N. Postgangl. Simp.

N. Ciliares largos

Dilatador pupila

Dilatación pupilar



Componentes Autonómicos Integradores

Integración sensorial en los siguientes niveles:

- **Corteza cerebral y partes del S. límbico**
Respuestas autonómicas a retos ambientales
- **Hipotálamo** produce e integra respuestas autonómicas y endocrinas en relación con supervivencia
- **Centros reticulares del tallo** coordinan actividad de sistemas individuales
- **Neuronas motoras preganglionares** modulan actividad refleja en grandes segmentos corporales
- **Neuronas motoras postganglionares** integran actividad refleja en órganos específicos
- **Neuronas locales** integran reflejos locales dentro de órganos Ej. intestino

Ganglios autonómicos

Ganglio

gr. Ganglion = nudo

- Colección de cuerpos neuronales ubicados **fuera** del SNC
- Axones aferentes y eferentes

Ganglios Simpáticos

Paravertebrales

Prevertebrales

Médula adrenal

Ganglios Parasimpáticos

Craneales

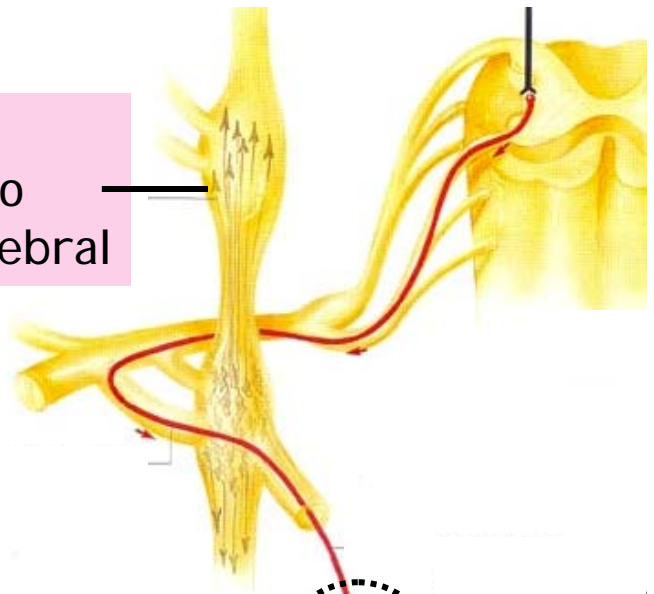
Terminales

Torácicos, abdominales, pélvicos.

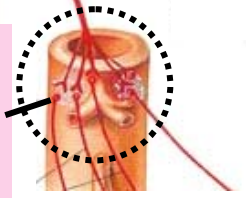


Ganglios autonómicos

Ganglio
Simpático
Paravertebral



Ganglio
Simpático
Prevertebral



Ganglios Simpáticos

Ganglios autonómicos

IV. Anatomía Funcional



G. Simpáticos
Paravertebrales

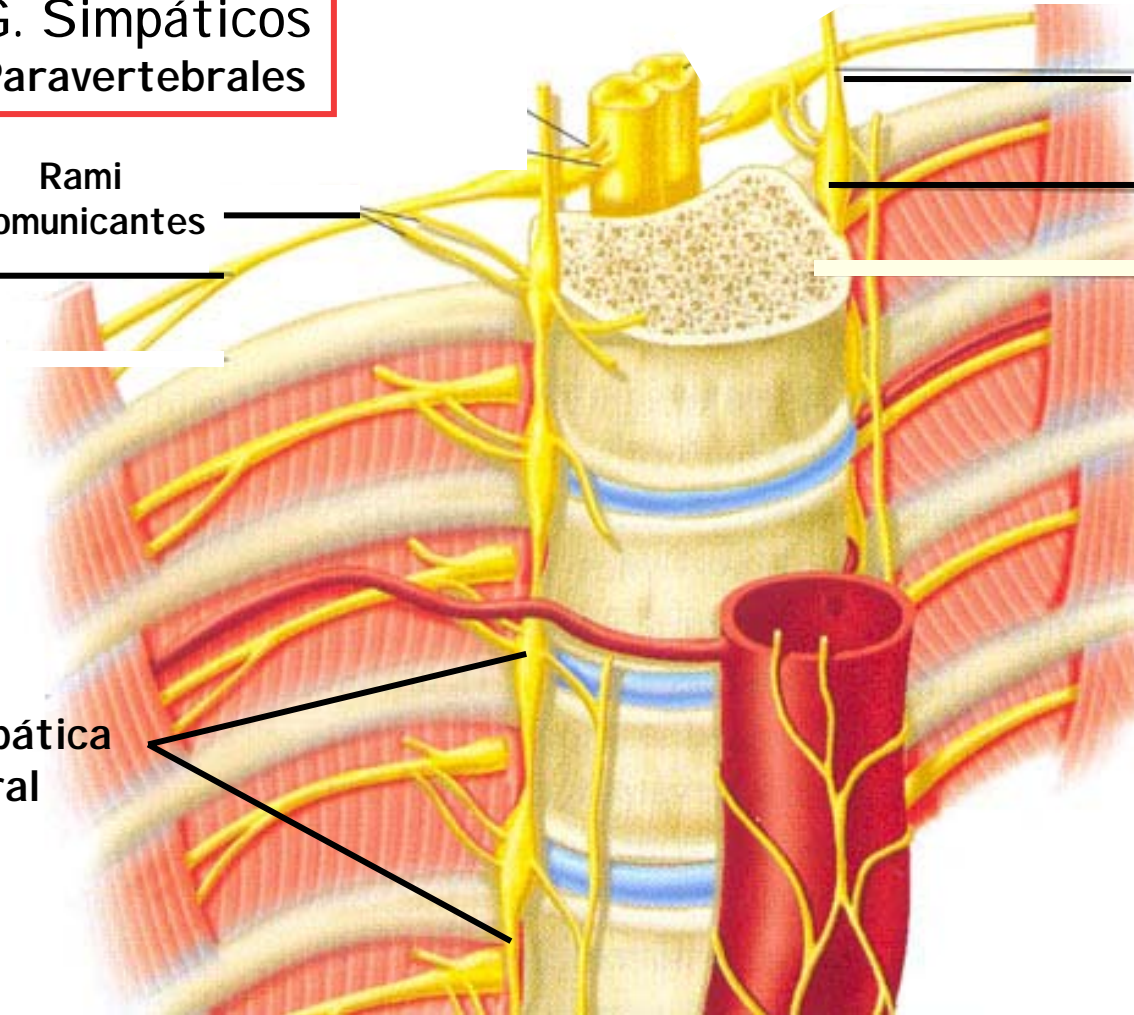
Nervio
espinal

Rami
comunicantes

Cadena
simpática

Ganglio
paravertebral

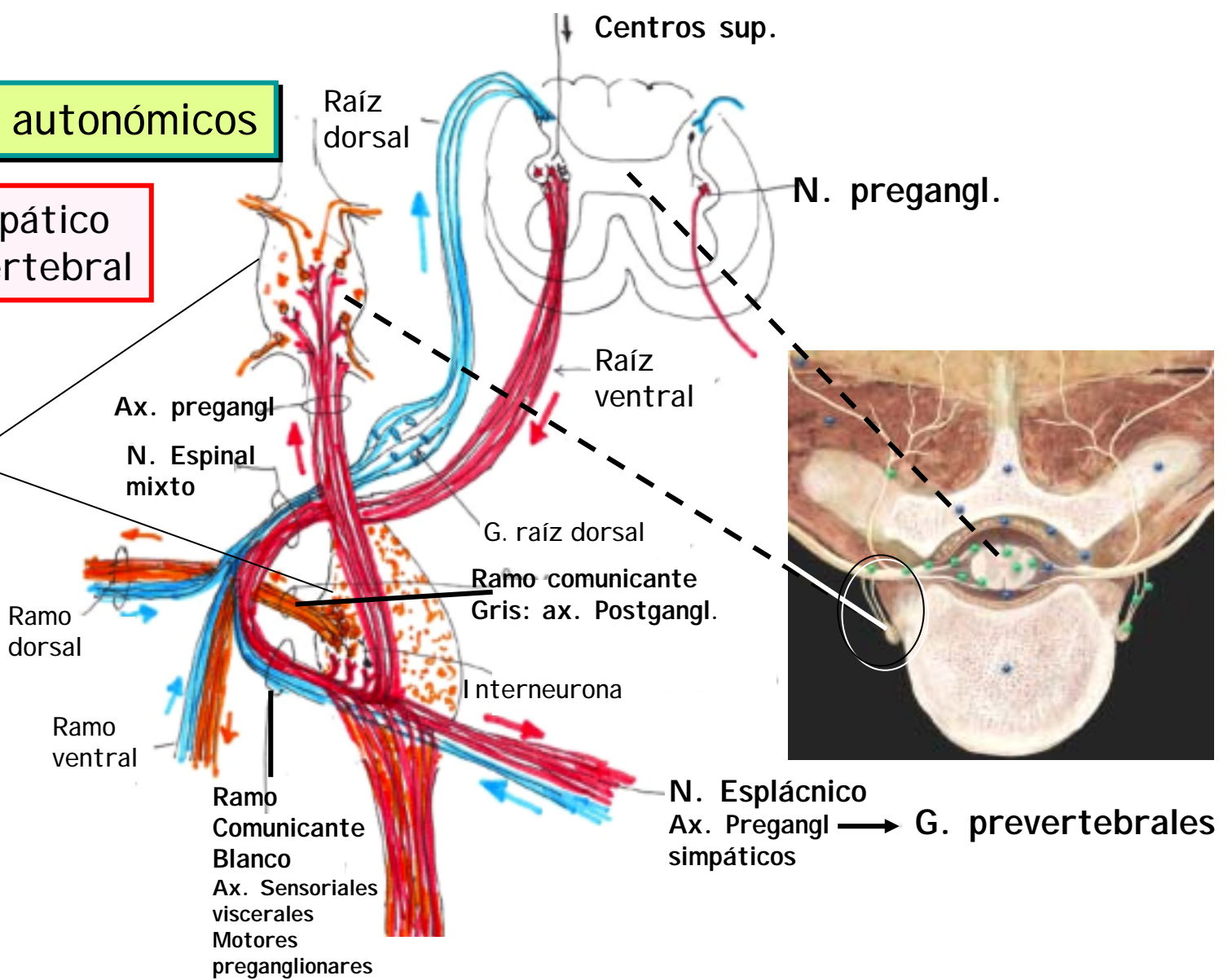
Cadena simpática
paravertebral



Ganglios autonómicos

G. Simpático
Paravertebral

ganglios



Ganglios autonómicos

IV. Anatomía Funcional



G. Simpáticos Prevertebrales o Preaórticos

- Celíaco
- Mesentérico sup.
- Renal
- Mesentérico inf.

G. Mesentérico superior

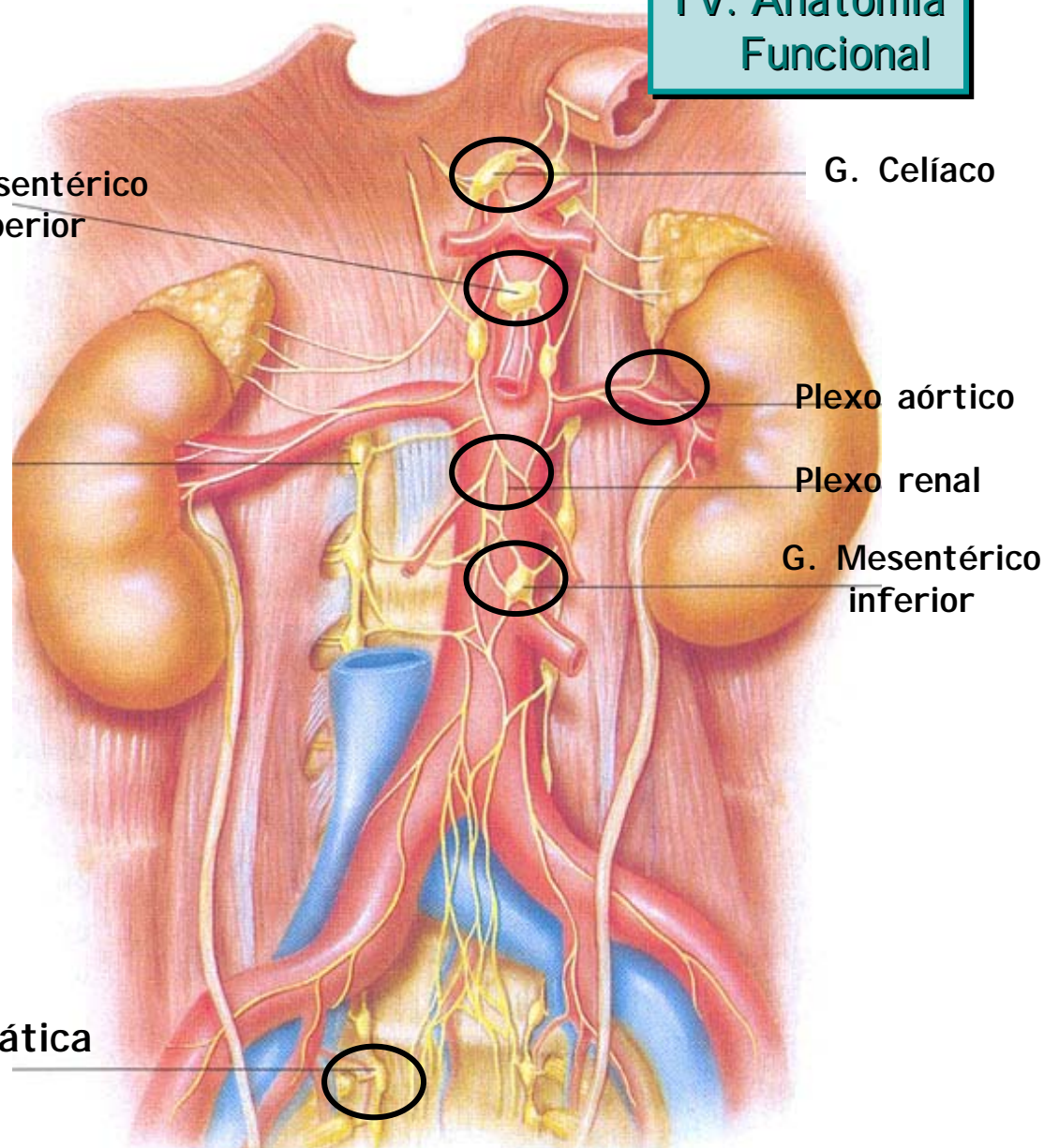
G. Celíaco

Plexo aórtico

Plexo renal

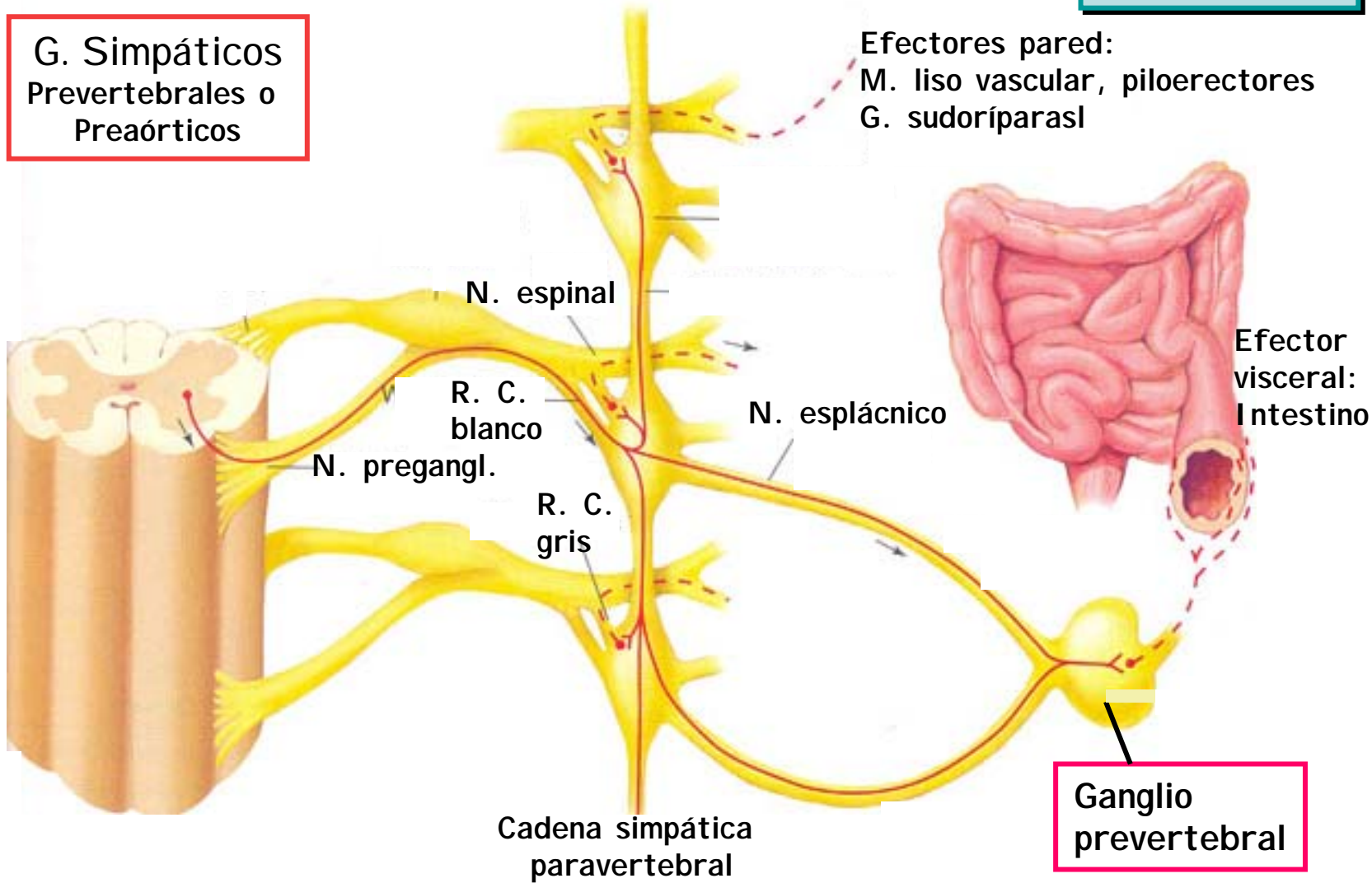
G. Mesentérico inferior

C. Simpática
pélvica



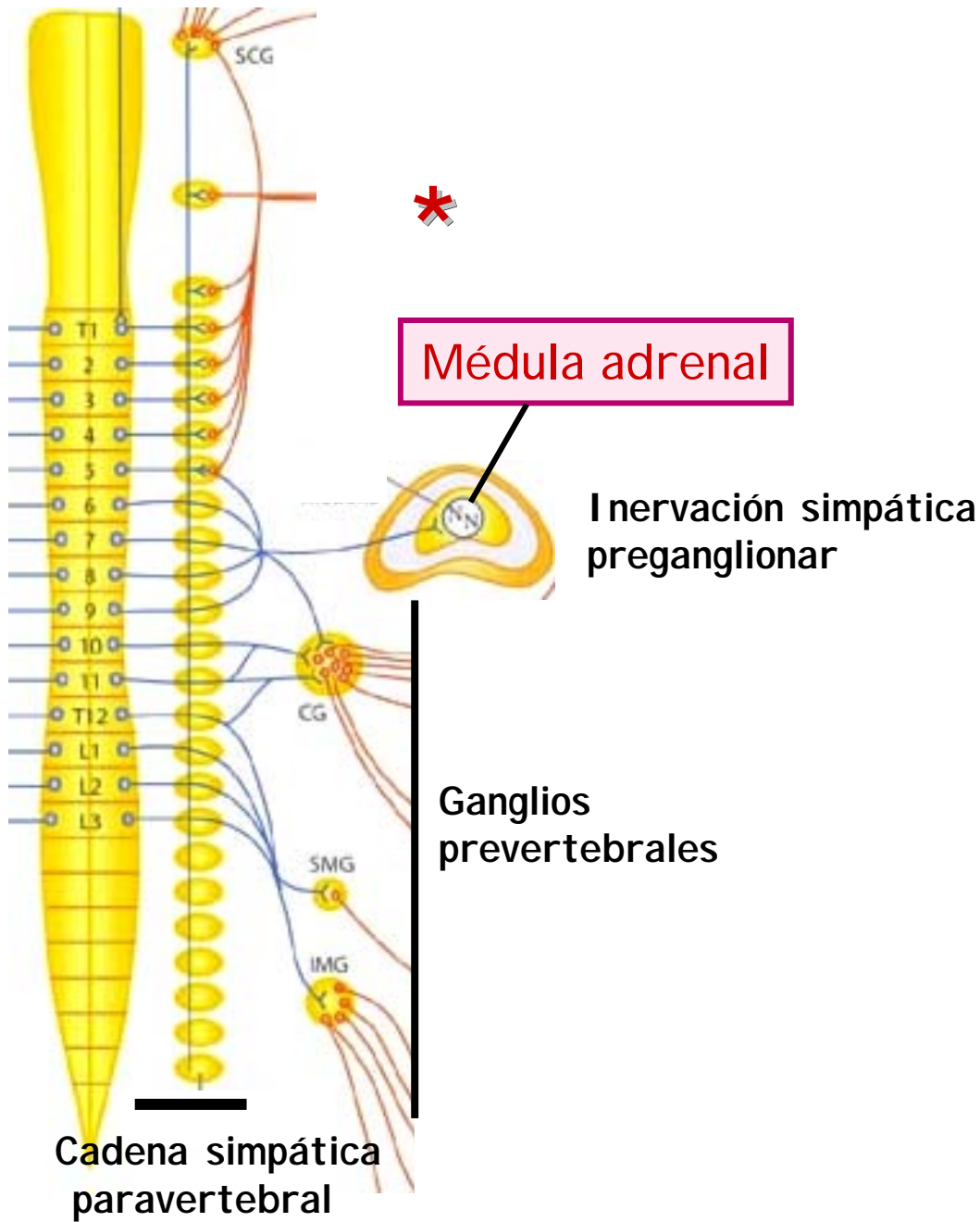
Ganglios autonómicos

* G. Simpáticos
Prevertebrales o
Preaórticos



Ganglios autonómicos

MÉDULA ADRENAL
como
Ganglio Simpático
modificado





¡Ojo!

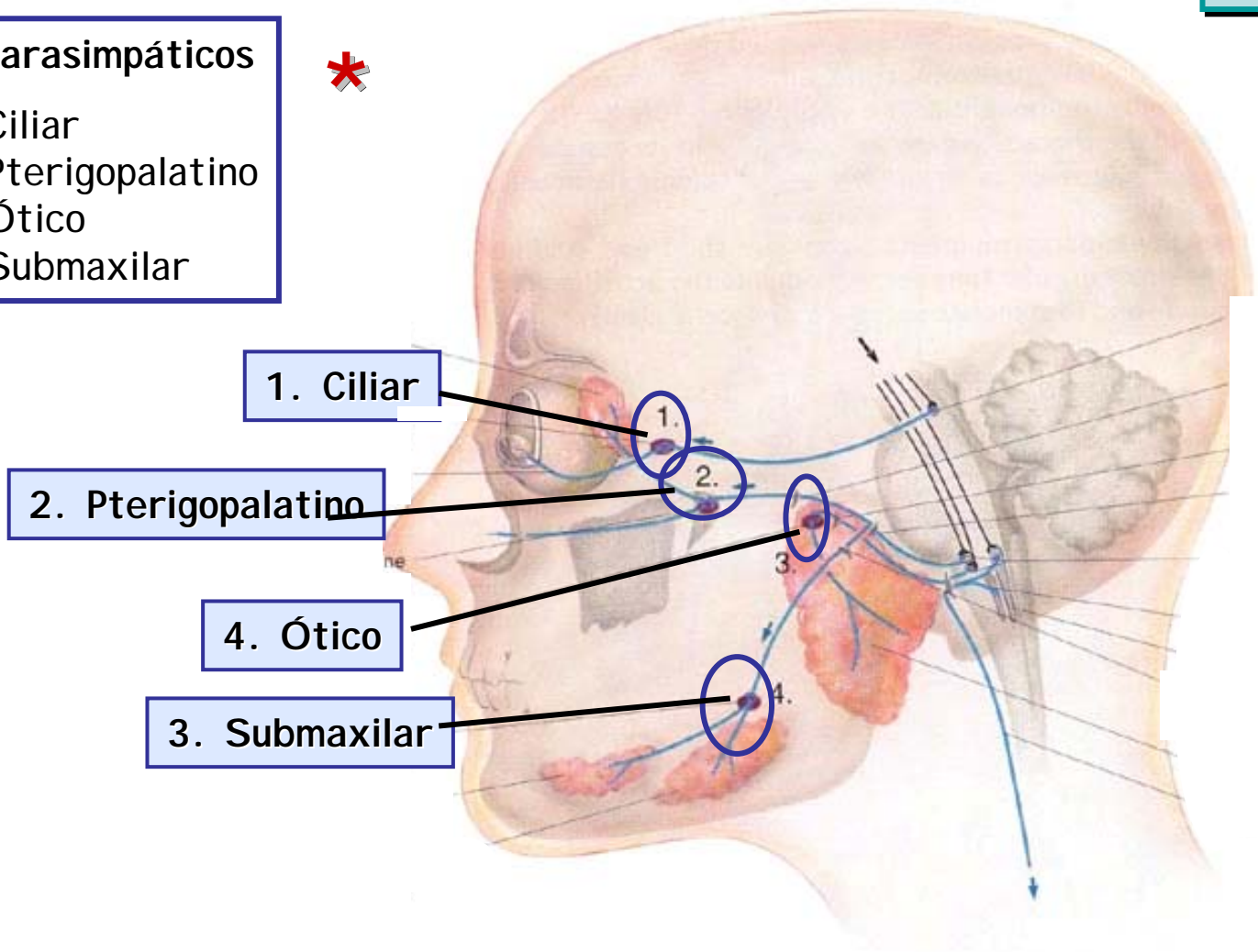
Como ganglio
simpático
modificado

Médula Adrenal

- Es el único órgano inervado por un axón simpático preganglionar T8-L1-L2
- N. preganglionares simpáticas liberan ACh y actúan sobre R. nicotínicos y estimulan C. cromafines
- C. cromafines se originan de la cresta neural
No tienen axones y liberan NT a la sangre
- Sintetizan más E, liberan poco en CN
En estrés y miedo causan masiva secreción E

Ganglios autonómicos

- G. Parasimpáticos *
- 1. Ciliar
 - 2. Pterigopalatino
 - 3. Ótico
 - 4. Submaxilar



1. Ciliar

2. Pterigopalatino

4. Ótico

3. Submaxilar

IV. Anatomía funcional SNA

1. Entrada sensorial
2. Centros de integración

3. Salida motora