

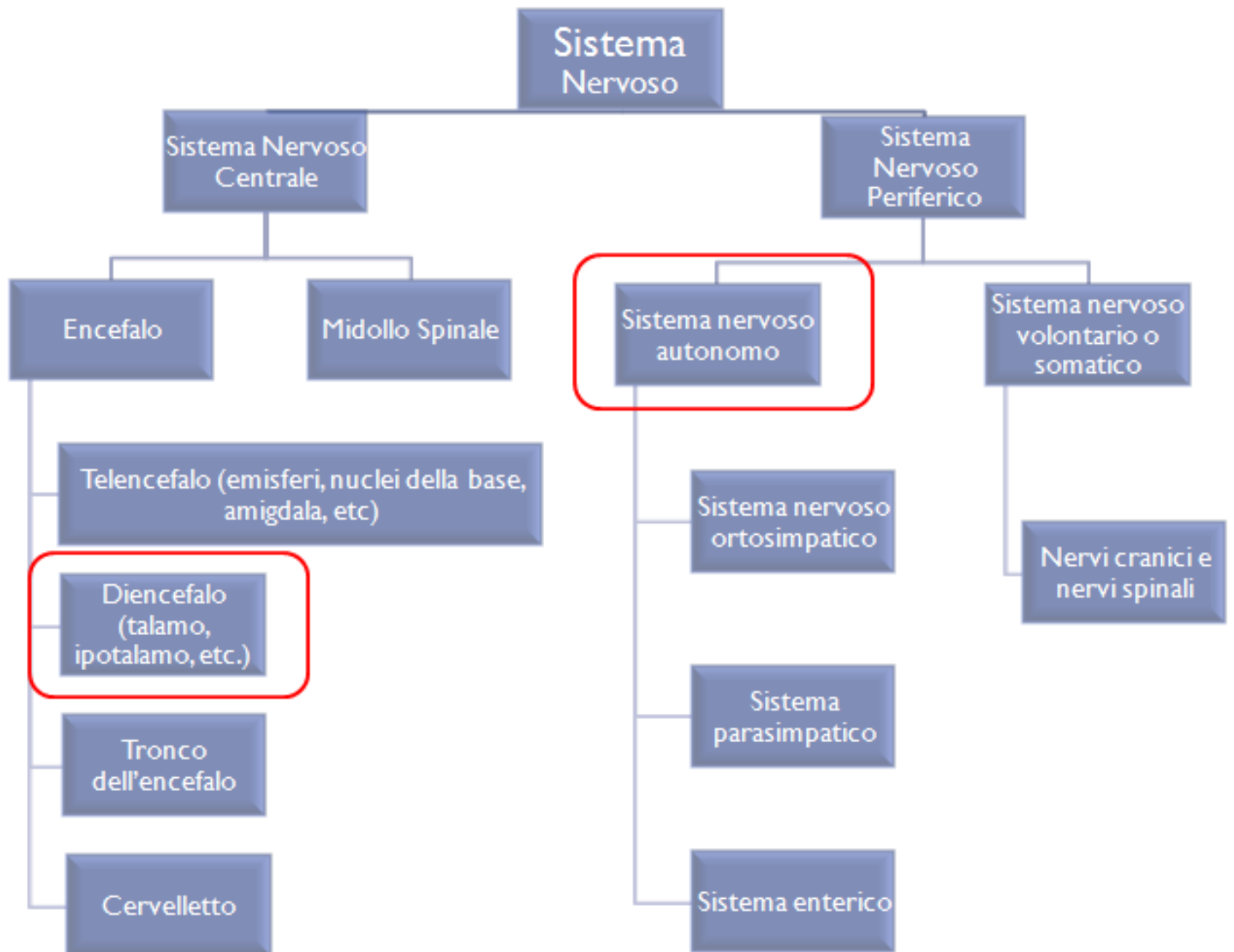
Università G. d'Annunzio, Chieti
Corso di Laurea in Scienze e Tecniche Psicologiche
Insegnamento di Psicobiologia II

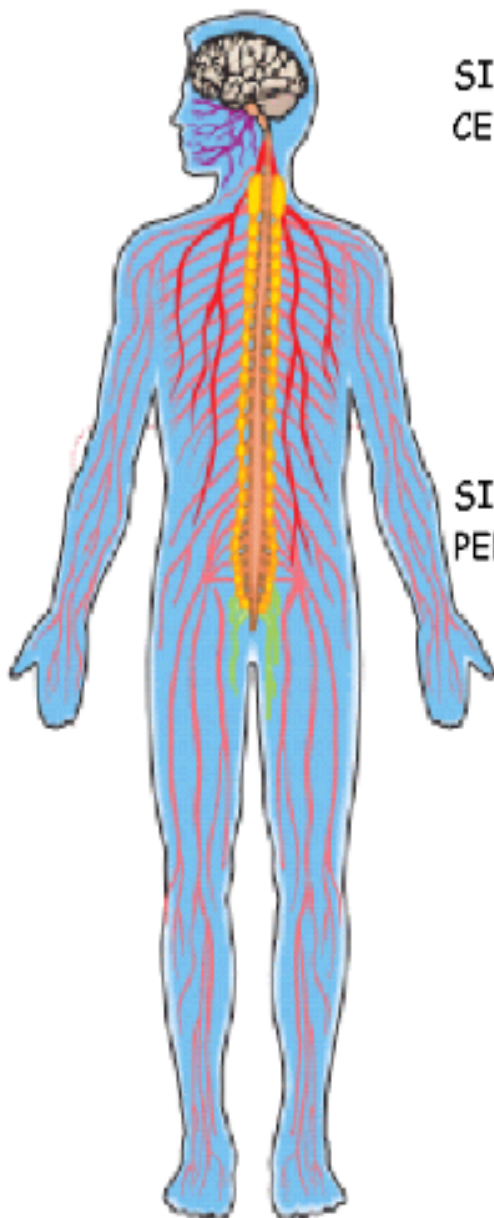
Il sistema nervoso autonomo e l'ipotalamo

Fonte principale: Kandel et al. "Principi di Neuroscienze", CEA

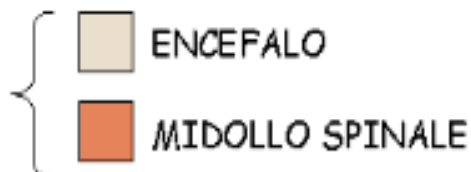
Sebastiani Valentina
Anno Accademico 2017/2018

Il materiale contenuto in questo file pdf è messo a disposizione esclusivamente a fini didattici





SISTEMA NERVOSO CENTRALE



SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

SISTEMA NERVOSO VOLONTARIO

NERVI CRANICI

Sono 12 e si dirigono verso gli organi di senso

NERVI SPINALI

sono 31 paia, partono dal midollo spinale e raggiungono ogni parte del corpo, sono tutti nervi misti

SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

NERVI SIMPATICI

hanno la funzione di stimolare l'organismo in situazioni di stress

NERVI PARASIMPATICI

esercita sui vari organi azioni opposte a quelle del sistema simpatico: rallenta una certa funzione dove il sistema simpatico ne ha determinato un'accelerazione e viceversa

SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

VOLONTARIO O SOMATICO

AUTONOMO O VEGETATIVO

SIMPATICO

PARASIMPATICO

✓ Il sistema nervoso autonomo è sensitivo e motorio viscerale in gran parte involontario

3 sezioni:

1. Ortosimpatica

2. Parasimpatica



Muscolatura liscia,
cardiaca e i tessuti
ghiandolari

3. Enterica (tratto gastrointestinale, cistifellea e pancreas)

Anche se il SNA è "involontario" le forme di comportamento che controlla sono strettamente integrate con il sistema nervoso somatico.



Ad es. azioni **volontarie** che richiedono particolari necessità metaboliche provocano modificazioni termoregolatorie che vengono messe in atto dal SNA attraverso variazioni della gittata cardiaca, flusso ematico e ventilazione

✓ Le sezioni orto e parasimpatica esercitano spesso effetti opposti sugli organi innervati.

1. Ortosimpatica = “consuma energia” , controlla le reazioni alle situazioni di emergenza – lotta o fuga
2. Parasimpatica = “conserva energia”, riposo e assimilazione.

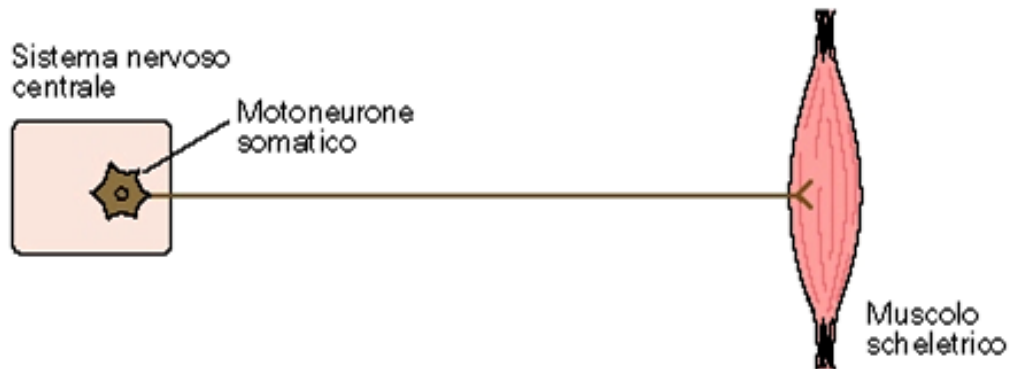
Nel controllo delle funzioni viscerali i due sistemi agiscono in collaborazione al fine di mantenere l' **equilibrio omeostatico**, fisiologico ed “emotivo”, grazie ai loro opposti effetti in ciascun distretto. Equilibrio che contribuisce a mantenere stabile l'ambiente interno nonostante variazioni ambiente esterno

Concetto di omeostasi (Bernard – '800, Cannon - 1932) in cui l'ipotalamo svolge ruolo cruciale.

- Alcuni esempi...

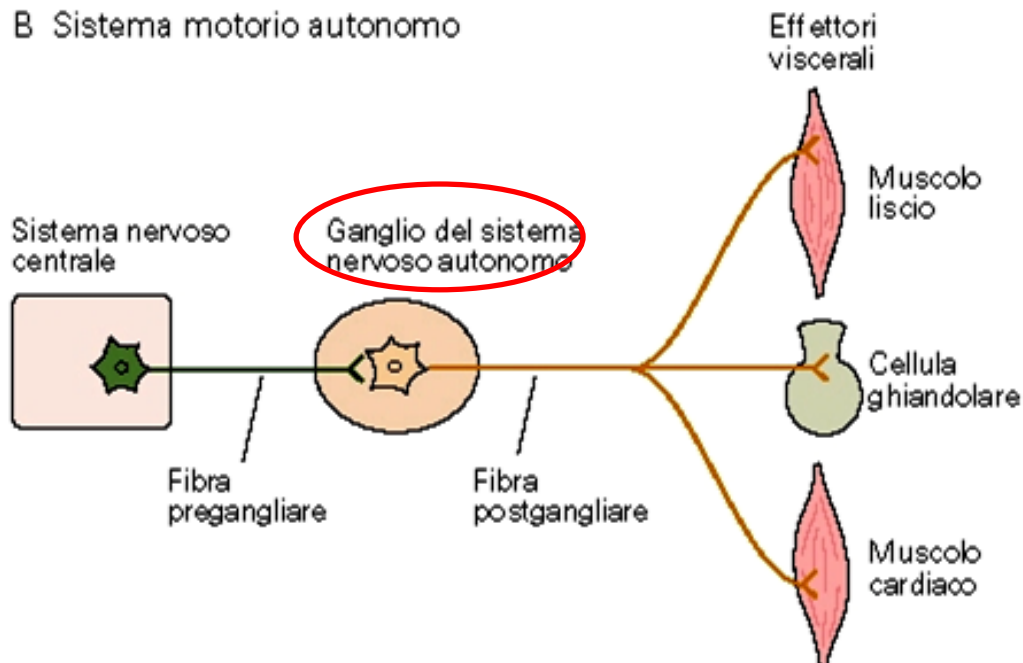
	SNA Simpatico	SNA Parasimpatico
Frequenza cardiaca	aumenta	diminuisce
Forza contrazione cardiaca	aumenta	diminuisce
Bronchi	rilascia	contrae
Muscolatura intestinale	rilascia	contrae
Sfinteri	contrae	rilascia
Iride	Midriasi (dilatazione)	Miosi (contrazione)

A Sistema motorio somatico



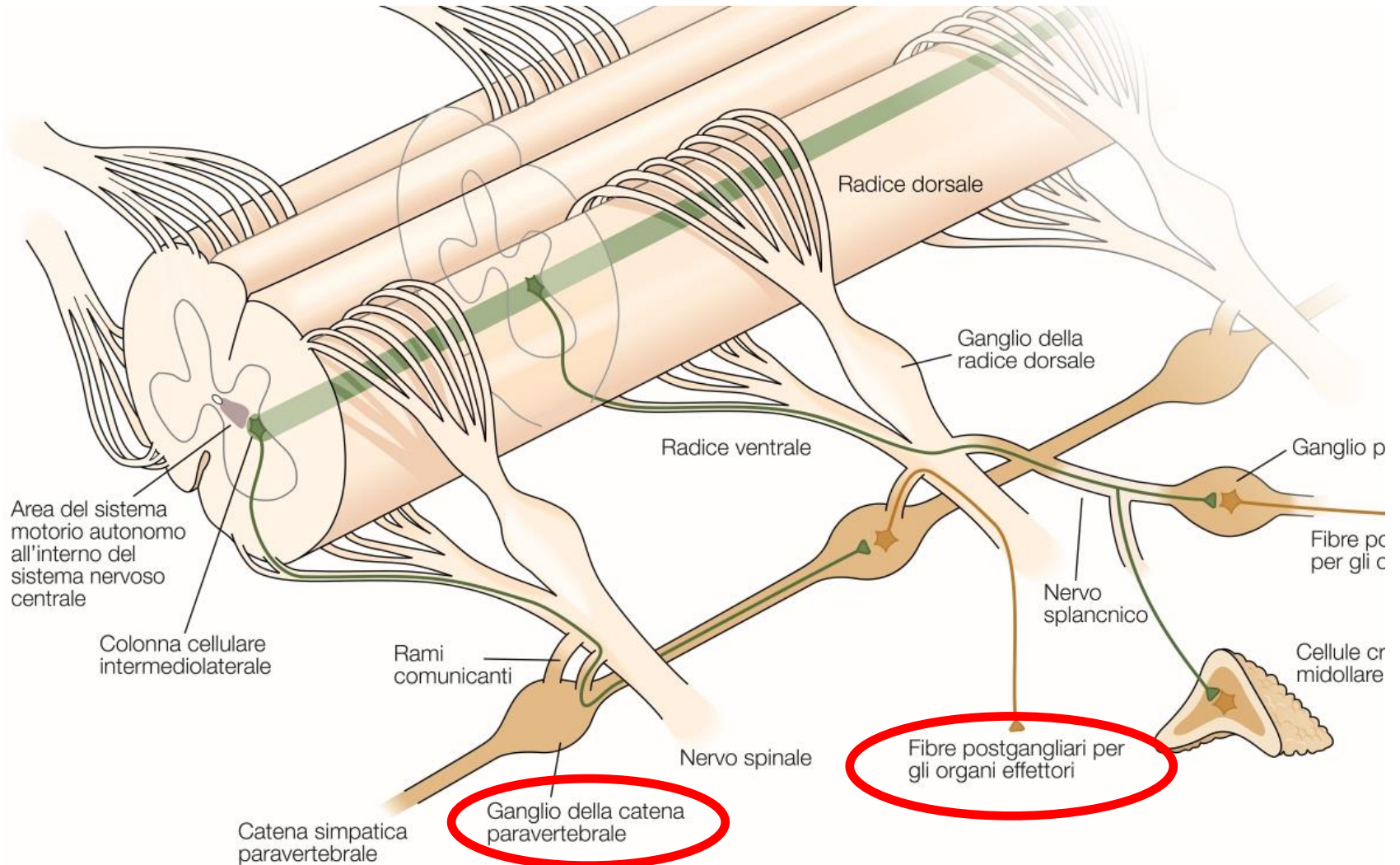
✓ Nel sistema somatico i nuclei dei motoneuroni sono nel SNC del midollo e T.d.E.

B Sistema motorio autonomo

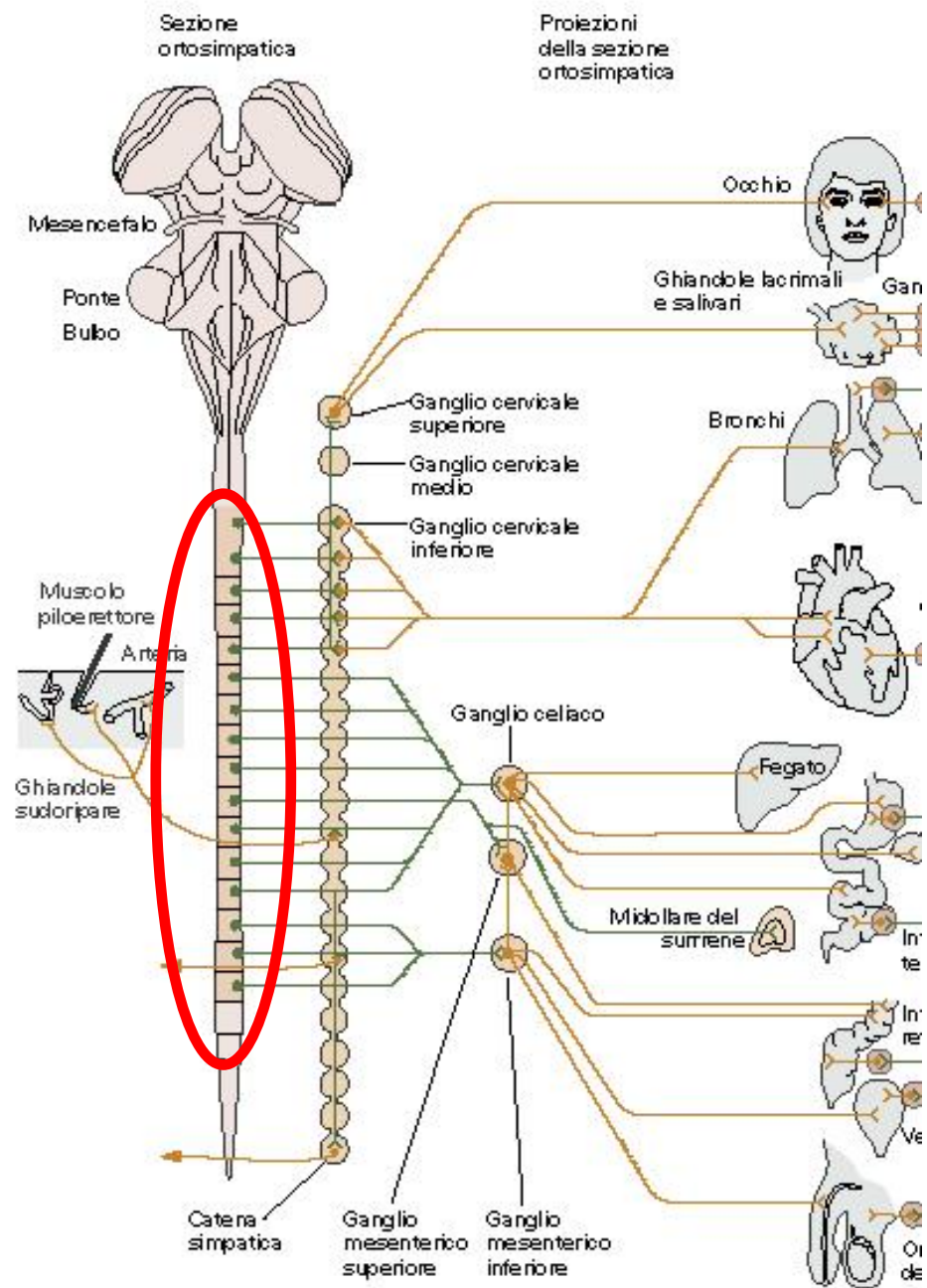


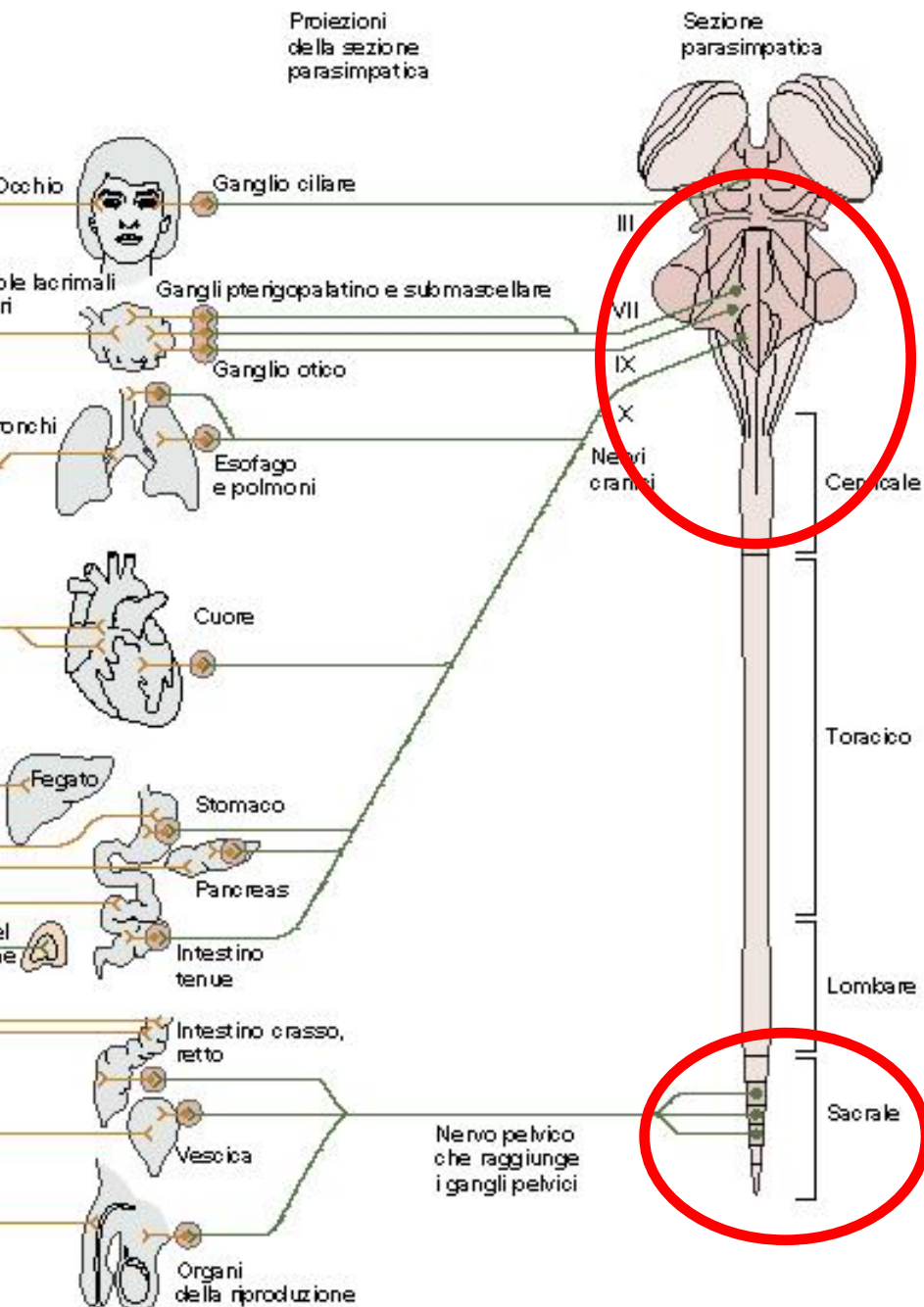
✓ Nel SNA i nuclei dei motoneuroni (neuroni post gangliari) sono nei gangli del SNA che sono al di fuori del SNC. Vengono attivati da neuroni pregangliari che sono neuroni del SNC.

Organizzazione anatomica delle vie ortosimpatiche



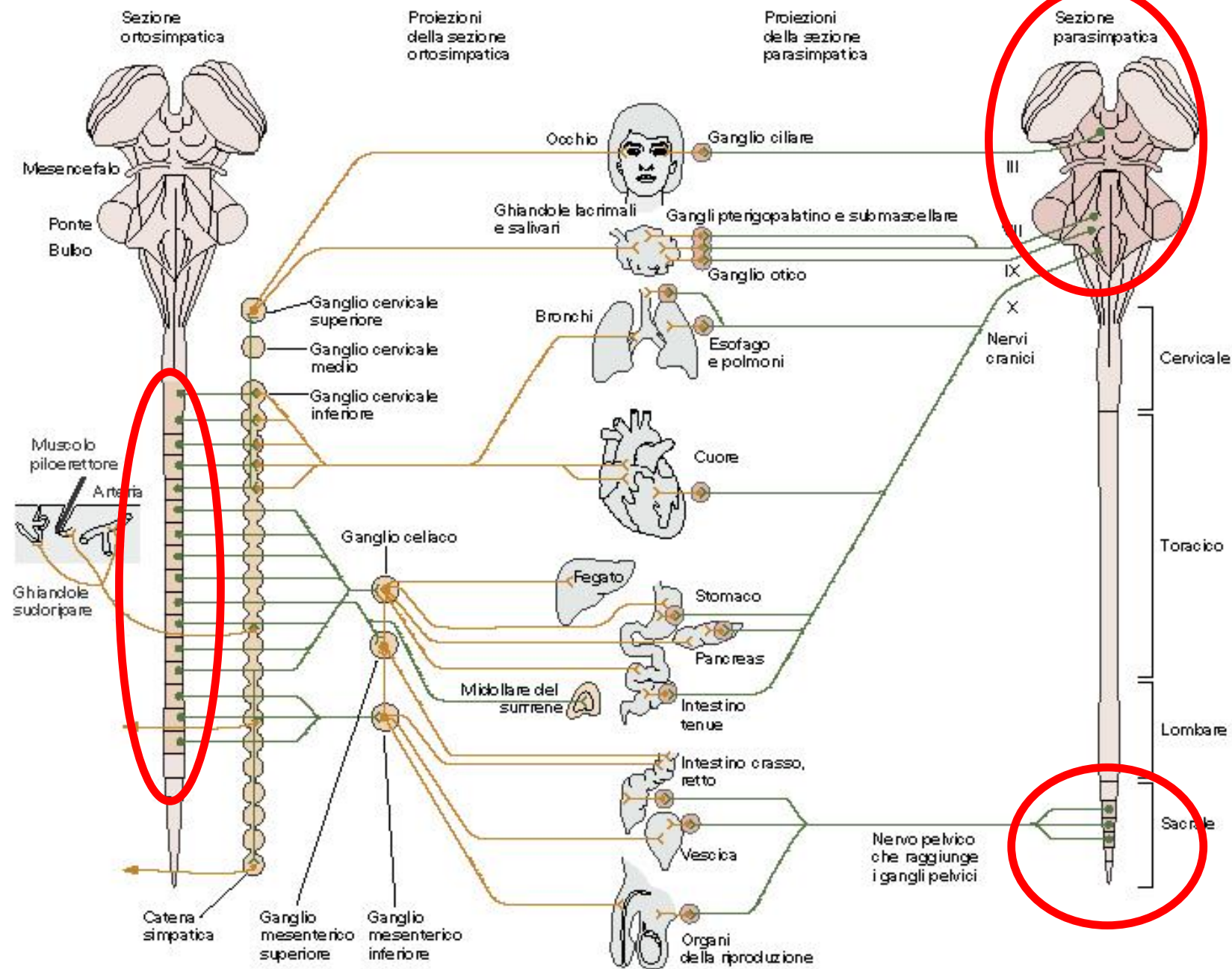
Le vie **ortosimpatiche** inviano segnali dal midollo spinale (toracico-lombare) a gangli disposti lateralmente al midollo.





Organizzazione anatomica delle vie parasimpatiche

Le vie **parasimpatiche** inviano segnali dal midollo spinale (sacrale) e dal tronco dell'encefalo (associati a relativi nervi cranici come oculomotore, facciale, glossofaringeo e vago) a gangli periferici situati in vari organi.



Neurotrasmettitori

SISTEMA SIMPATICO

Il sistema simpatico ha la funzione di stimolare l'organismo in situazioni di stress.
Per esempio, mentre accelera il battito cardiaco, inibisce e rallenta i processi digestivi.

Il sistema nervoso simpatico è formato da due catene di gangli, che sono ammassi di cellule nervose localizzate al di fuori del sistema nervoso centrale, disposti ai lati della colonna vertebrale, dai quali partono le fibre nervose.

Il neurotrasmettitore del sistema simpatico è **L'ADRENALINA**.

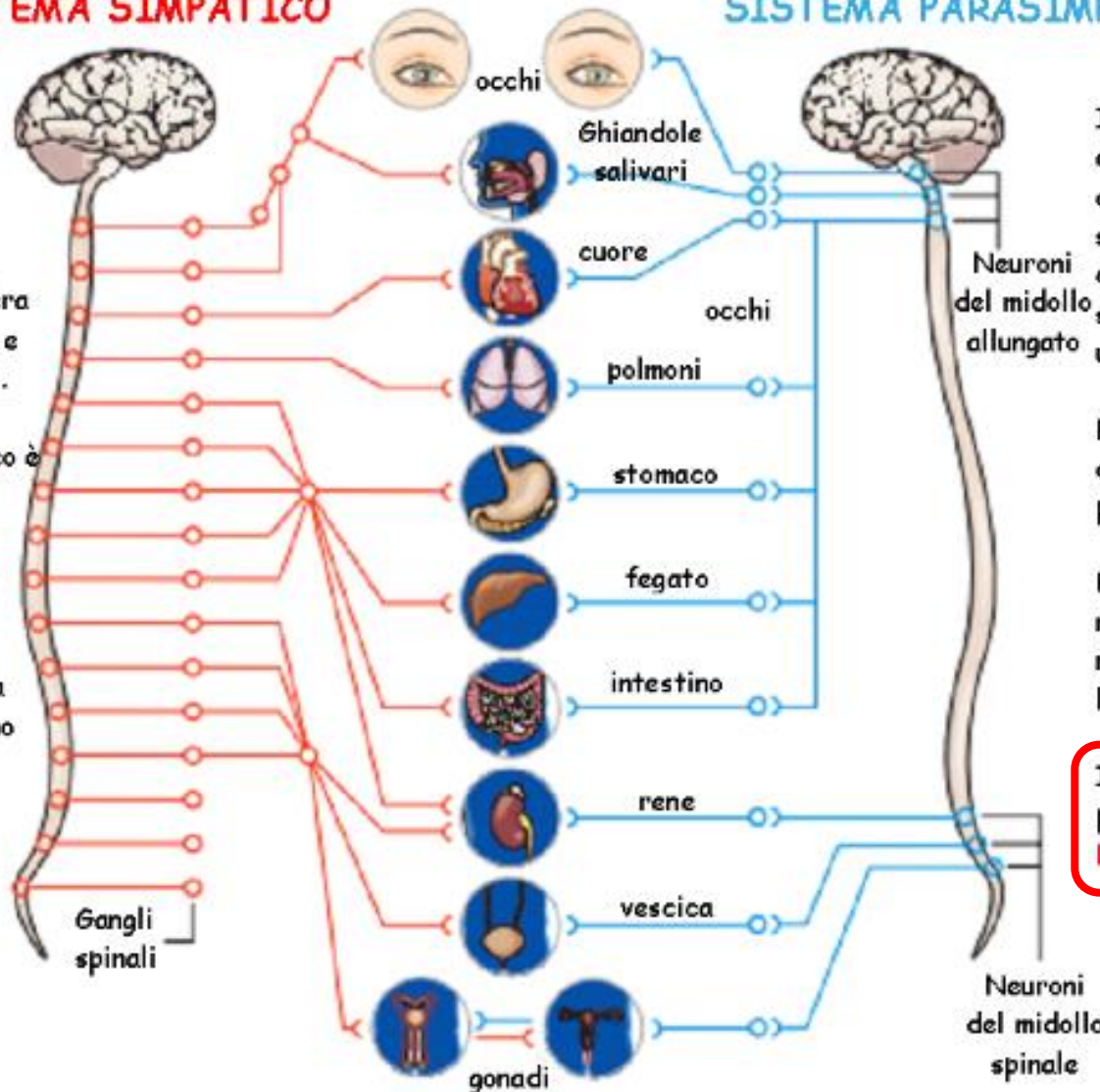
SISTEMA PARASIMPATICO

Il sistema parasimpatico esercita sui vari organi azioni opposte a quelle del sistema simpatico: rallenta una certa funzione dove il sistema simpatico ne ha determinato un'accelerazione e viceversa.

Per esempio, rallenta la frequenza cardiaca e stimola i processi digestivi.

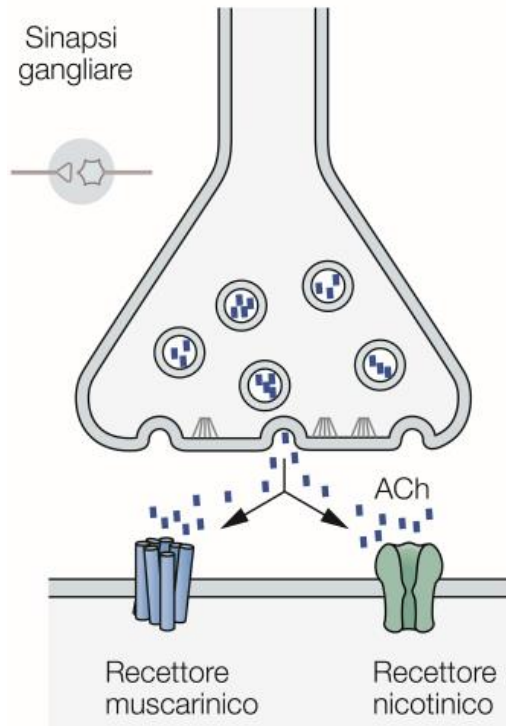
È formato da neuroni nel midollo allungato e nel midollo spinale da cui partono le fibre nervose.

Il neurotrasmettitore del parasimpatico è **L'ACETILCOLINA**



Neurotrasmettitori

A Acetilcolina



- Le fibre pregangliari utilizzano principalmente **acetilcolina (ACh)** che si lega a recettori ionotropici del ACh.

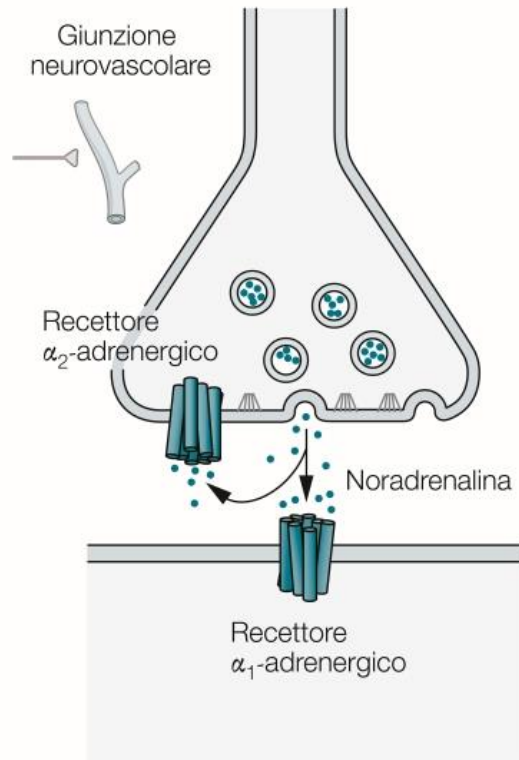
- ✓ L'ACh rilasciata dalle fibre pregangliari evoca PPSE rapidi tramite recettori di tipo nicotinic, evoca PPSE e PPSI lenti tramite recettori di tipo muscarinico

- Le fibre postgangliari ortosimpatiche liberano principalmente **noradrenalina**, mentre quelle parasimpatiche **acetilcolina (ACh)**

Neurotrasmettitori

- Le fibre postgangliari ortosimpatiche liberano principalmente **noradrenalina** che attiva recettori α e β -adrenergici accoppiati a proteine G, mentre quelle parasimpatiche **acetilcolina (ACh)** che attiva recettori muscarinici.

B Noradrenalina



C Acetilcolina + VIP

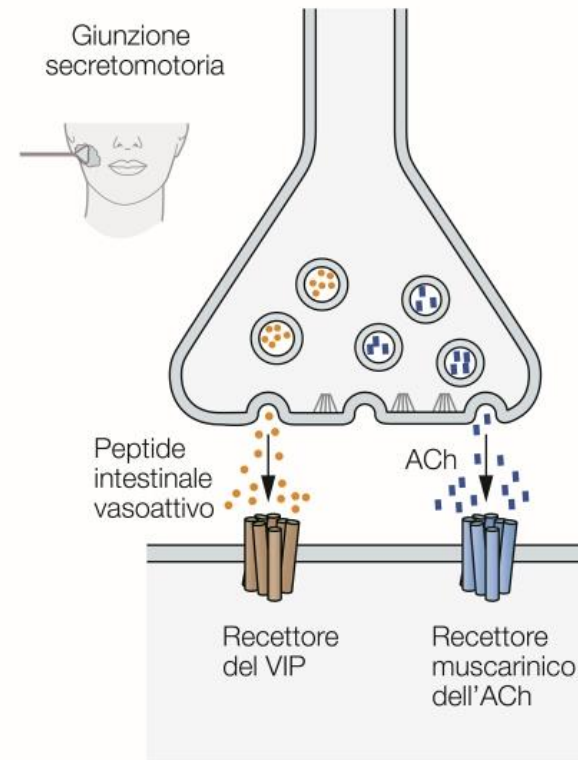


Tabella 47-1 Neurotrasmettitori del sistema motorio autonomo e loro recettori

Neurotrasmettitore	Recettore	Risposte
Noradrenalina	α_1	Stimola la contrazione della muscolatura liscia delle arterie, dell'uretra, del tratto gastrointestinale, dell'iride (dilatazione della pupilla), le contrazioni uterine durante la gravidanza, l'eiaculazione, la glicogenolisi epatica, la secrezione ghiandolare (ghiandole salivari, ghiandole lacrimali)
	α_2	Inibizione presinaptica della liberazione del neurotrasmettitore dalle terminazioni nervose ortosimpatiche e parasimpatiche; stimola la contrazione della muscolatura liscia di alcune arterie
	β_1	Aumenta la frequenza cardiaca e la forza delle contrazioni del cuore
	β_2	Rilascia la muscolatura liscia delle vie aeree e del tratto gastrointestinale; stimola la glicogenolisi epatica
	β_3	Stimola la lipolisi nelle cellule adipose; inibisce la contrazione della vescica
Acetilcolina	Nicotinico	EPSP rapidi nelle cellule dei gangli del sistema motorio autonomo
	Muscarinici: M_1 , M_2 , M_3	Secrezione ghiandolare; muscolatura circolare dell'iride (contrazione pupillare); muscoli ciliari (fuoco del cristallino); stimola la produzione endoteliale di NO e la vasodilatazione; EPSP lenti nei neuroni ortosimpatici; diminuzione della frequenza cardiaca; inibizione presinaptica delle terminazioni nervose colinergiche; contrazione della vescica; secrezione delle ghiandole salivari
Neuropeptide Y	Y_1 , Y_2	Stimola la contrazione delle arterie e potenzia le risposte mediate dai recettori α_1 -adrenergici; inibizione presinaptica del rilascio di neurotrasmettitore da alcune terminazioni nervose ortosimpatiche postgangliari
Ossido nitrico	Diffuso in tutte le membrane; agisce spesso stimolando la guanilato-ciclasa solubile intracellulare	Vasodilatazione, erezione del pene, rilasciamento dell'uretra
Peptide intestinale vasoattivo	VIPAC1, VIPAC2	Secrezione ghiandolare e dilatazione dei vasi sanguigni che irrorano le ghiandole
ATP	P_{2x} , P_{2y}	Eccitazione rapida e lenta della muscolatura liscia della vescica, dei vasi deferenti e delle arterie

ATP, adenosintrifosfato; EPSP, potenziale postsinaptico eccitatorio; NO, ossido nitrico.

Alcuni farmaci attivi sul SNA:

- **Atropina** (antagonista dell'acetilcolina, dunque soppressione del SNA parasimpatico)
- **Fenotiazine** (blocco α -adrenergico, dunque soppressione del SNA simpatico, questa classe di farmaci viene principalmente utilizzata come antipsicotico)
- **α_2 agonisti** (stimolano recettori α_2)
- **Ketamina** (interagisce con i recettori muscarinici colinergici, mima il simpatico)
- **Dobutamina** (β_1 - agonista)
- **Adrenalina** (β - agonista)

Il sistema nervoso **enterico** ha neuroni motori, sensitivi e interneuroni.

I diversi tipi di neuroni enterici sono stati analizzati in due plessi (aggregati neurali reciprocamente interconnessi):

- Plesso mienterico (di Auerbach) – controlla i movimenti della muscolatura liscia del tratto gastrointestinale
- Plesso sottomucoso (di Meissner) – controlla le funzioni della mucosa

Per mantenere l'**omeostasi** il SNA deve ricevere informazioni sensitive viscerali per poi rispondere a livello motorio regolando la funzione degli organi e dei tessuti bersaglio.

Le informazioni sensitive provenienti dagli organi e dai tessuti vengono convogliate da neuroni sensitivi del sistema nervoso autonomo verso **gangli sensitivi** del S.N.A. dove fanno sinapsi con neuroni sensitivi associati alle componenti sensitive dei nervi spinali e nervi cranici (trigemino, facciale, vestibolococleare, glossofaringeo e vago).

Le vie **afferenti parasimpatiche** convogliano principalmente informazioni su **sensazioni fisiologiche** deputate al mantenimento dell' omeostasi: (stimoli barocettivi, chemocettivi, di replezione viscerale, riflesso del seno-carotideo, oculo-vagale)

Le vie **afferenti simpatiche** convogliano informazioni sulle **sensazioni dolorifiche (dolore viscerale)**

✓ Le vie afferenti simpatiche terminano nel midollo spinale e da qui al cervello attraverso il tratto **spino-talamico** (collaterali anche al nucleo del tratto solitario)

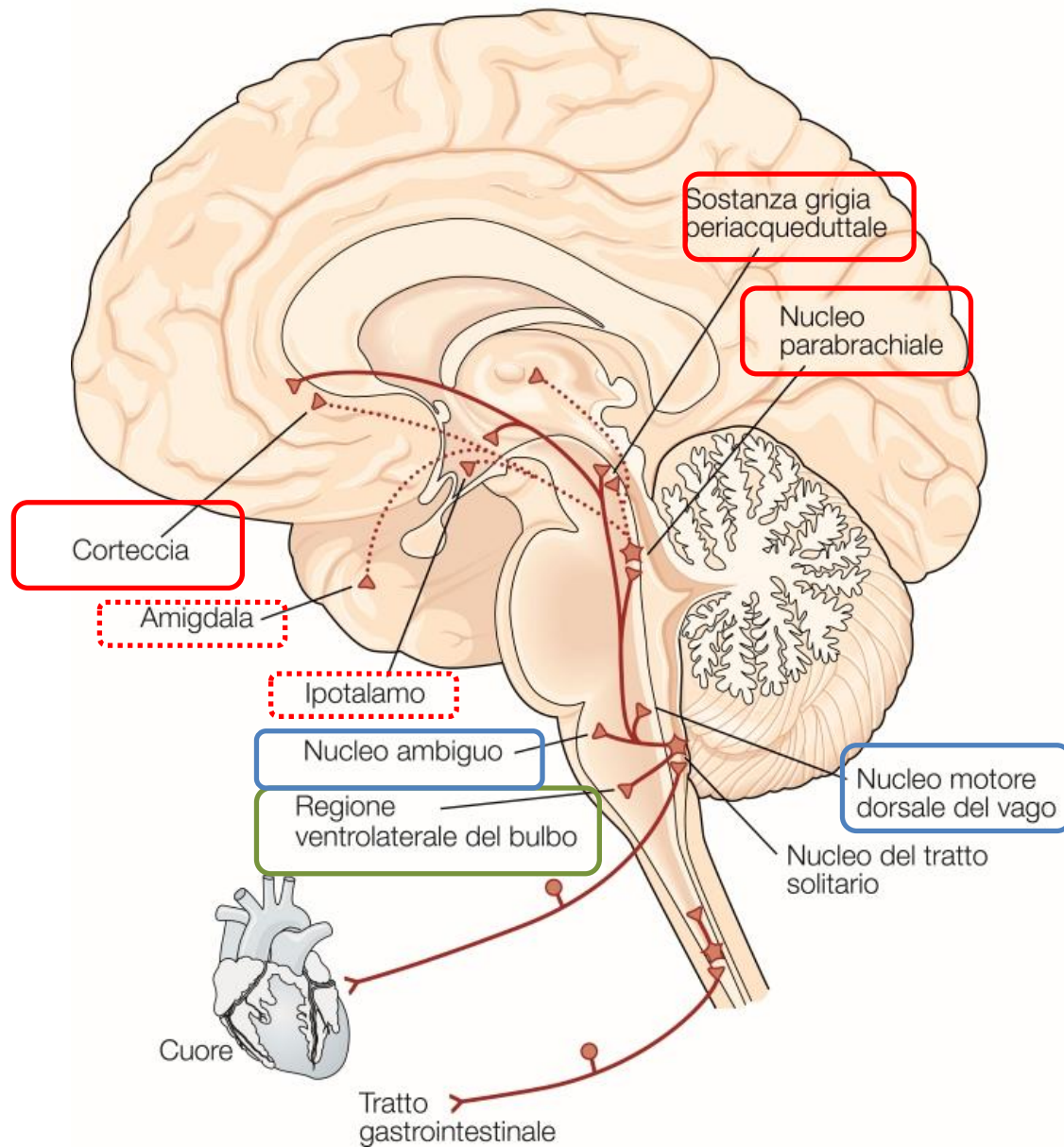
✓ Le vie afferenti parasimpatiche convogliano informazioni sensitive viscerali attraverso i nervi cranici e terminano **nel nucleo del tratto solitario** del TdE. Da qui le informazioni sensitive possono raggiungere:

1. **Neuroni del bulbo** e del midollo spinale per la generazione di **risposte riflesse semplici** del SNA (controllo motorio vagale del cuore e del tratto gastrointestinale)
2. **Formazione reticolare** (risposte **riflesse complesse e comportamenti stereotipati** ad es. respiro e vomito)
3. **Proencefalo attraverso proiezioni dirette e indirette** (ipotalamo, talamo, amigdala e regioni della corteccia come la regione prefrontale mediale) per la **coordinazione di risposte autonome**

Le risposte riflesse semplici e complesse che coinvolgono il SNA possono essere sia **rapide** che **lente**, tra queste troviamo:

- ✓ **Riflessi oculari** (apertura pupille e costrizione cristallino)
- ✓ **Riflessi barocettivi** (pressione arteriosa)
- ✓ **Riflessi ghiandolari** (nasali, lacrimali e gastrointestinali attivate da parasimpatico e simpatico)
- ✓ **Riflessi gastrointestinali** (peristalsi)
- ✓ **Riflessi urogenitali**

A Vie afferenti

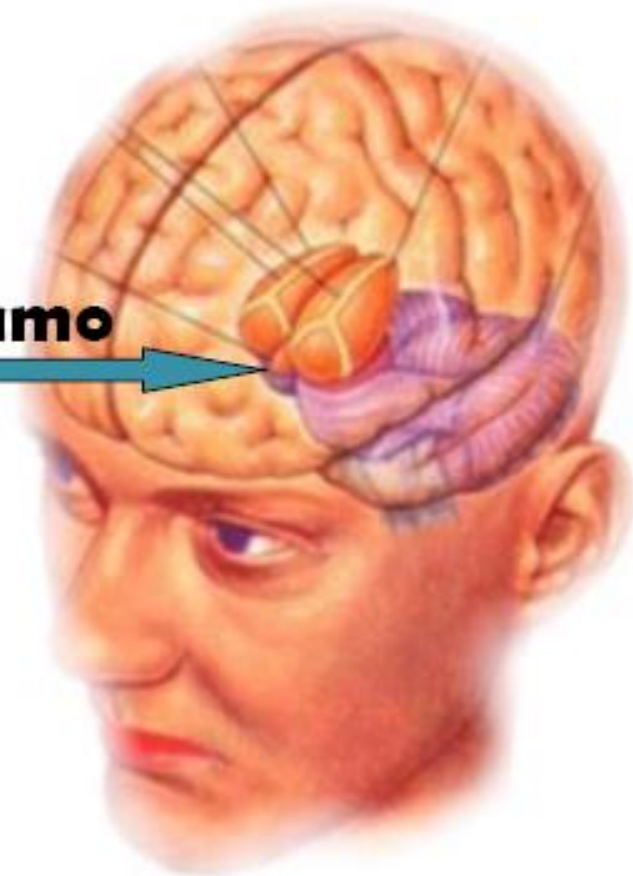
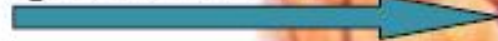


Le funzioni del SNA devono essere coordinate da TDE e proencefalo

Ipotalamo

Costituisce la parte ventrale del **DIENCEFALO**.
Diencefalo costituito da parte ventrale
(ipotalamo e subtalamo) e parte dorsale
(talamo, epitalamo e metatalamo)

Ipotalamo





**Integra le risposte
viscerali e somatiche**

L'ipotalamo svolge il ruolo di integrare le risposte del sistema nervoso autonomo e del sistema endocrino con il comportamento, specialmente per quanto riguarda le risposte comportamentali essenziali per il mantenimento dell'**omeostasi**.



Il concetto di un "ambiente interno" di un organismo stabile a fronte delle grandi variazioni dell'"ambiente esterno" si deve a Claude Bernard, fisiologo francese (1813-1878).

OMEOSTASI

Per mantenere stabili le condizioni del mezzo interno sono attivi una serie di *meccanismi regolatori* che funzionano secondo il principio della retroazione (*feedback negativo*): una variazione in un parametro che deve essere mantenuto stabile provoca una reazione volta ad annullare tale variazione.

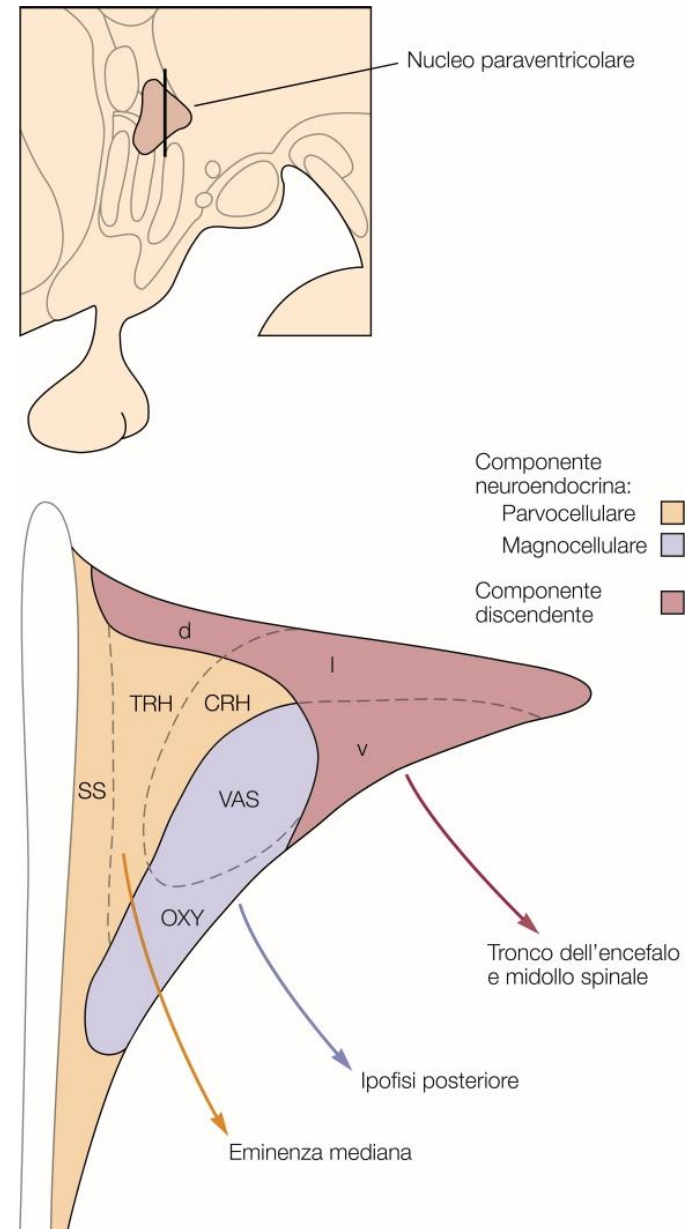
- **L'ipotalamo** è in grado di garantire l'**omeostasi** in quanto:
 - Riceve informazioni da tutto il corpo
 - Confronta le informazioni con valori di riferimento biologici
 - In caso di discrepanza, induce una modificazione di *risposte endocrine, viscerali e comportamentali*

Tabella 47-2 L'ipotalamo integra le risposte comportamentali (sوماتomotorie), del sistema autonomo e neuroendocrine, implicate in sei funzioni vitali

1. *Pressione arteriosa e composizione elettrolitica.* L'ipotalamo regola il desiderio di bere (sete), l'appetito per i sali, i comportamenti che conducono all'assunzione di acqua, il controllo del sistema autonomo sul tono vasomotore e il rilascio di ormoni come la vasopressina (attraverso il nucleo paraventricolare).
2. *Metabolismo energetico.* L'ipotalamo regola il desiderio di mangiare (fame) e i comportamenti che conducono all'assunzione di cibo, il controllo del sistema autonomo sulla digestione e la liberazione di ormoni come i glucocorticoidi, l'ormone della crescita e la tiotropina (attraverso i nuclei arcuato e paraventricolare e l'area ipotalamica laterale).
3. *Comportamenti riproduttivi (sessuale e parentale).* L'ipotalamo controlla l'azione di modulazione che il sistema autonomo esercita sugli organi della riproduzione e la regolazione endocrina delle gonadi (attraverso i nuclei preottico mediale, ventromediale e premammillare ventrale).
4. *Temperatura corporea.* L'ipotalamo influenza il comportamento termoregolatorio (ricerca di un ambiente più caldo o più freddo), controlla i meccanismi del sistema autonomo che assicurano la conservazione/dissipazione del calore e controlla la secrezione di ormoni che influenzano l'attività metabolica (attraverso la regione preottica).
5. *Comportamento di difesa.* L'ipotalamo regola la risposta allo stress e la risposta di lotta o fuga a minacce provenienti dall'ambiente esterno come i predatori (attraverso i nuclei paraventricolare, ipotalamico anteriore e premammillare dorsale e l'area ipotalamica laterale).
6. *Ciclo sonno-veglia.* L'ipotalamo regola il ciclo sonno-veglia (attraverso l'orologio circadiano del nucleo soprachiasmatico) e i livelli dello stato di vigilanza nello stato di veglia (attraverso l'area ipotalamica laterale e il nucleo tuberomammillare).

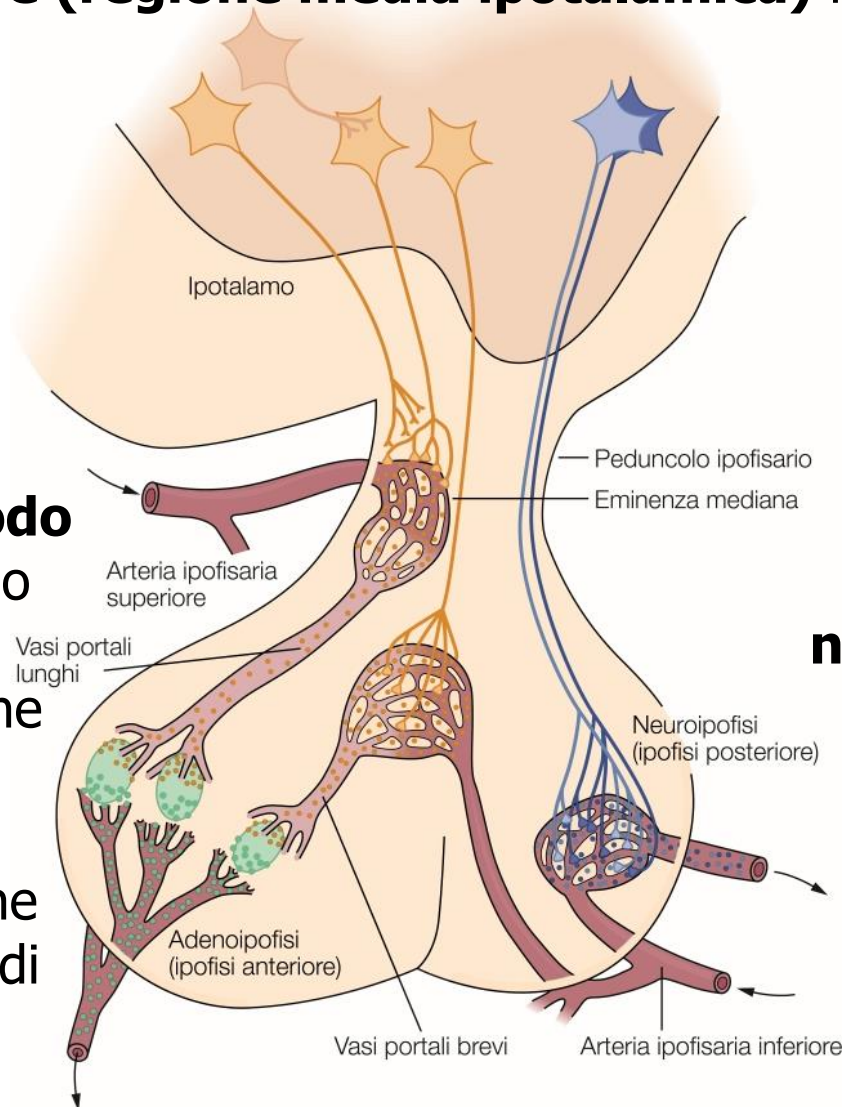
Il **nucleo paraventricolare** dell'ipotalamo integra funzioni del sistema endocrino, nervoso autonomo e sensori-motorio.

- *Componente neuroendocrina* magnocellulare e parvicellulare influenza il sistema endocrino con proiezioni dirette ed indirette all'ipofisi
- *Componente discendente* influenza il sistema nervoso autonomo con proiezioni a nuclei troncoencefalici e comportamenti come assunzione di cibo e acqua con proiezioni al midollo spinale e alla formazione reticolare



• L'**ipotalamo** controlla il sistema endocrino attraverso cellule del **nucleo paraventricolare (regione media ipotalamica)** in modo **diretto e indiretto**

✓ Neuroni neuroendocrini parvocellulari influenzano **l'ipofisi anteriore o adenoipofisi in modo indiretto** secernendo ormoni peptidici che regolano la liberazione di ulteriori ormoni nell'ipofisi anteriore (alcuni possono anche inibire la liberazione di ormoni ipofisari)



✓ Neuroni neuroendocrini magnocellulari, attraverso tratto ipotalamo-ipofisario, influenzano **ipofisi posteriore o neuroipofisi in modo diretto**. Viene sintetizzata **ossitocina e vasopressina**

Tabella 47-3 Ormoni dell'ipofisi posteriore

Nome	Struttura	Funzione
Vasopressina	H-Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Arg-Gly-NH ₂ -S-S	Vasocostrizione, riassorbimento renale dell'acqua
Ossitocina	H-Cys-Tyr-Ile-Glu-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly-NH ₂ -S-S	Contrazione dell'utero ed eiezione del latte

Tabella 47-4 Sostanze ipotalamiche che liberano o inibiscono la liberazione di ormoni dell'ipofisi anteriore

Sostanze ipotalamiche	Ormoni dell'ipofisi anteriore
<i>Liberanti:</i>	
Ormone liberante la tirotropina (TRH)	Tirotropina (TSH), prolattina (PRL)
Ormone liberante la corticotropina (CRH)	Adrenocorticotropina (ACTH), β-lipotropina
Ormone liberante le gonadotropine (GnRH)	Ormone luteinizzante (LH), ormone follicolo-stimolante (FSH)
Ormone liberante l'ormone della crescita (GHRH o GRH)	Ormone della crescita (GH)
<i>Inibenti:</i>	
Ormone inibente la liberazione di prolattina (PIH), dopamina	Prolattina
Ormone inibente la liberazione dell'ormone della crescita (GIH o GHRIH; somatostatina)	Ormone della crescita, tirotropina