



Νευροφυσιολογία και Αισθήσεις

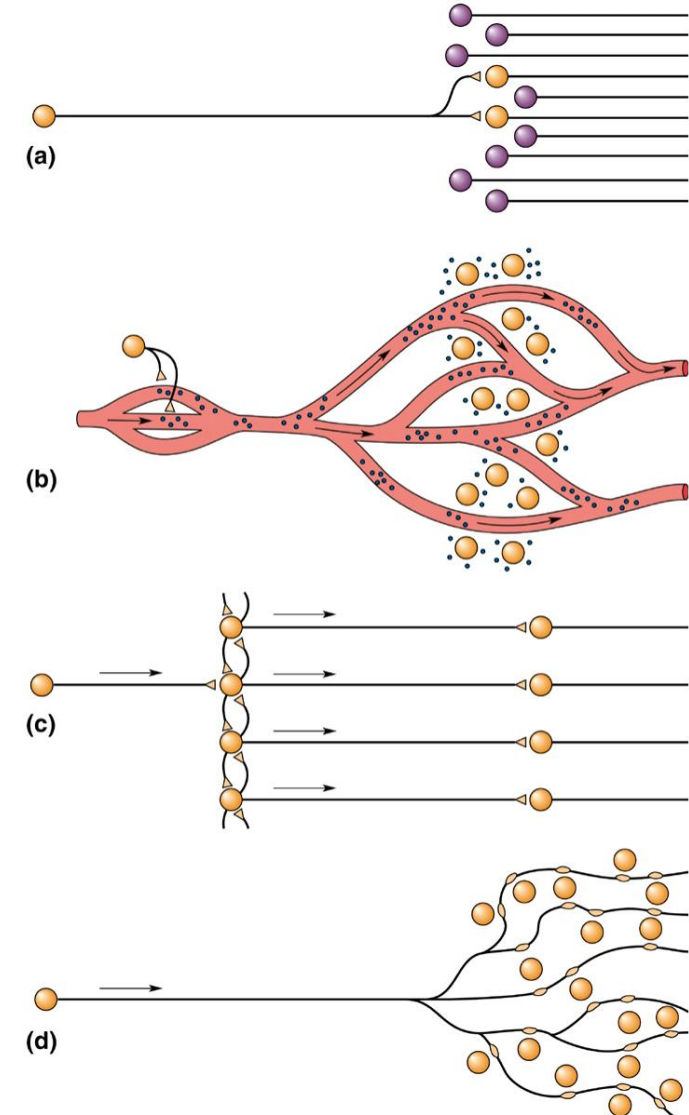
Διάλεξη 17

Χημικός Έλεγχος του Εγκεφάλου και της Συμπεριφοράς
(Chemical Control of the Brain and Behavior)



- **Συναπτικές Διασυνδέσεις**

- Σημείο με σημείο (Point-to-point)
 - Συναπτική επικοινωνία
 - Σύντομη μετάδοση
 - Διάσπαση (Degradation) του νευροδιαβιβαστή (neurotransmitter)
 - Προσυναπτική “αυτοϋποδοχείς” (Presynaptic “autoreceptors”)
- Τρία μέρη του νευρικού συστήματος με ευρεία δράση
 - Εκκριτικός Υποθάλαμος (Secretory hypothalamus)
 - Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (Autonomic nervous system - ANS)
 - Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse modulatory systems)



Εκκριτικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)

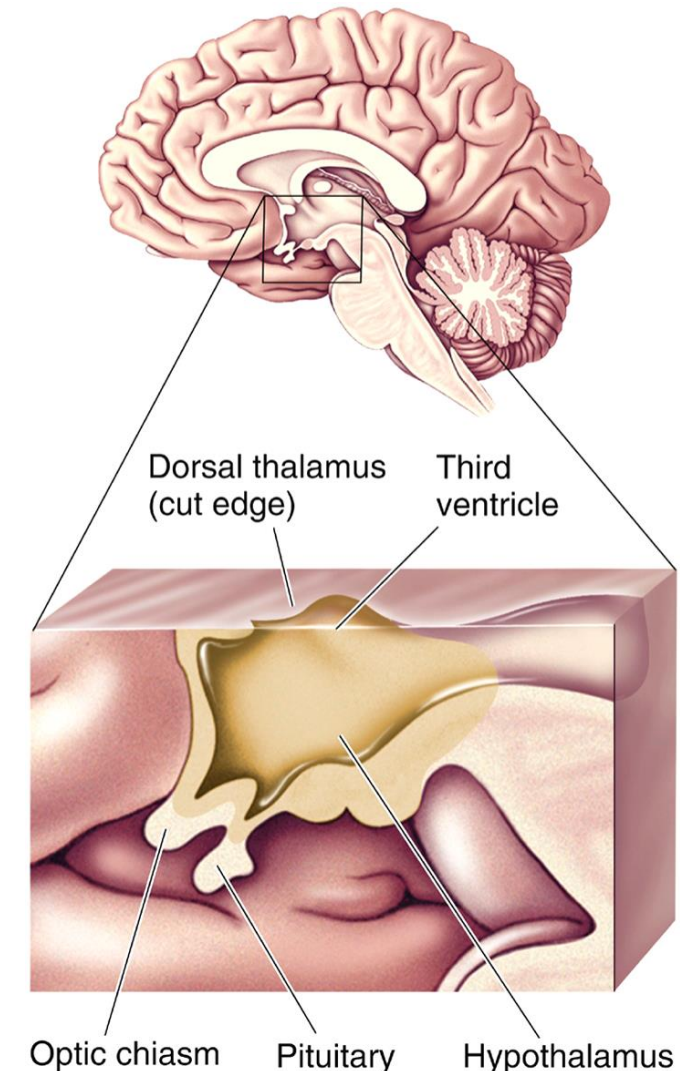


- **Λειτουργία → Ομοιόσταση (homeostasis)**

- Πολύ διαφορετική από την λειτουργία του ραχιαίου θαλάμου (dorsal thalamus)
- Κάκωση (defect) στο ραχιαίο θάλαμο
 - Έλλειμμα αίσθησης, τυφλό σημείο (Blind spot)
- Κάκωση στον υποθάλαμο
 - Διατάραξη της λειτουργίας του σώματος, μπορεί να είναι θανατηφόρα (fatal)

- **Ομοιόσταση (Homeostasis)**

- Λειτουργία ελέγχου (Regulatory process) → Ελέγχει θερμοκρασία του σώματος και επίπεδα σύνθεσης του αίματος
- “Διαταγές” του υποθαλάμου
 - Στο κρύο
 - Ρίγος (Shiver), ανατριχίλα (goosebumps), μπλε δέρμα
 - Στη ζέστη
 - Εφύδρωση (sweating), κόκκινο δέρμα

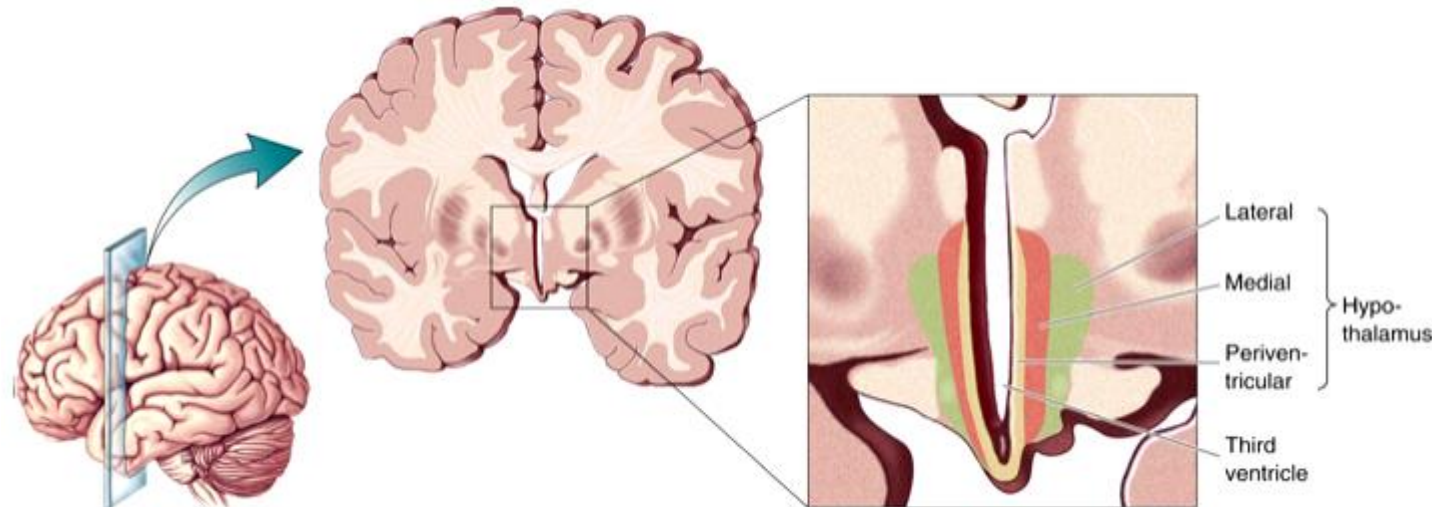


Εκκριτικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)



- **Συνδέσεις (Connections) του Υποθαλάμου**

- Έξοδος προς το εγκεφαλικό στέλεχος (brain stem) και τον τελικό εγκέφαλο (telencephalon)
- Ρυθμίζει (regulate) την συμπεριφορά (behavior)
- Ελέγχει τους κιρκαδικούς , δηλ. ημερήσιους, κύκλους (circadian rhythms)
 - Είσοδος από τον αμφιβληστροειδή (retina)
- Έλεγχος του ΑΝΣ (ANS)
- Νευροεκκριτική (Neurosecretory) δράση

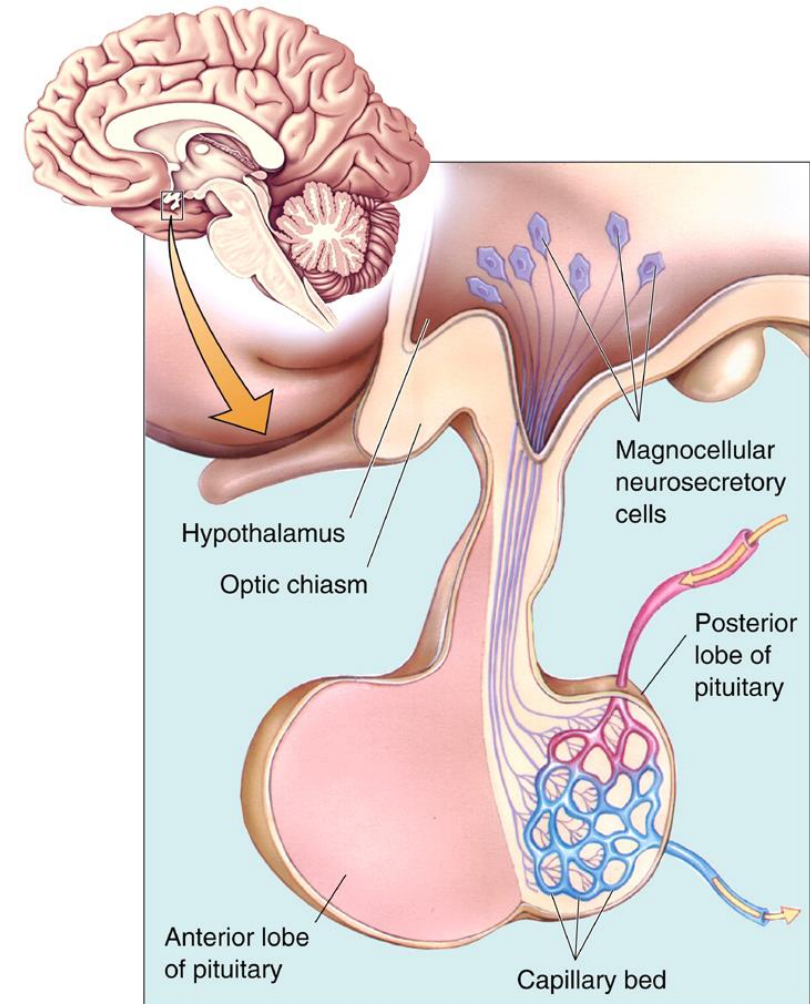


Εκκριτικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)



- **Οπίσθια υπόφυση (Posterior Pituitary)**

- Μεγαλοκυτταρικά (Magnocellular) κύτταρα → 2 νευρο-ορμόνες (neurohormones)
- Ωκυτοκίνη (Oxytocin)
 - Αρχικοποίηση της γέννας, Initiates child birth, γαλακτισμός (lactation)
 - Ο φλοιός (Cortex) μπορεί να καταστείλει την έκκριση
 - Θετική Ανάδραση (Positive feedback)
 - Πίεση στο τράχηλο (cervix)
 - Εξωτερικά ερεθίσματα (external stimuli) θηλασμού
 - Αρνητική ανάδραση (Negative feedback)
 - Γέννηση του παιδιού
 - Απουσία εξωτερικών ερεθισμάτων
 - Ένταση (Stress), άγχος (anxiety)
- Βασοπρεσίνη (vasopressin) ή Αντιδιουρητική ορμόνη (ADH)
 - Ρυθμίζει τον όγκο του αίματος (blood volume) και συγκέντρωση άλατος (salt concentration)

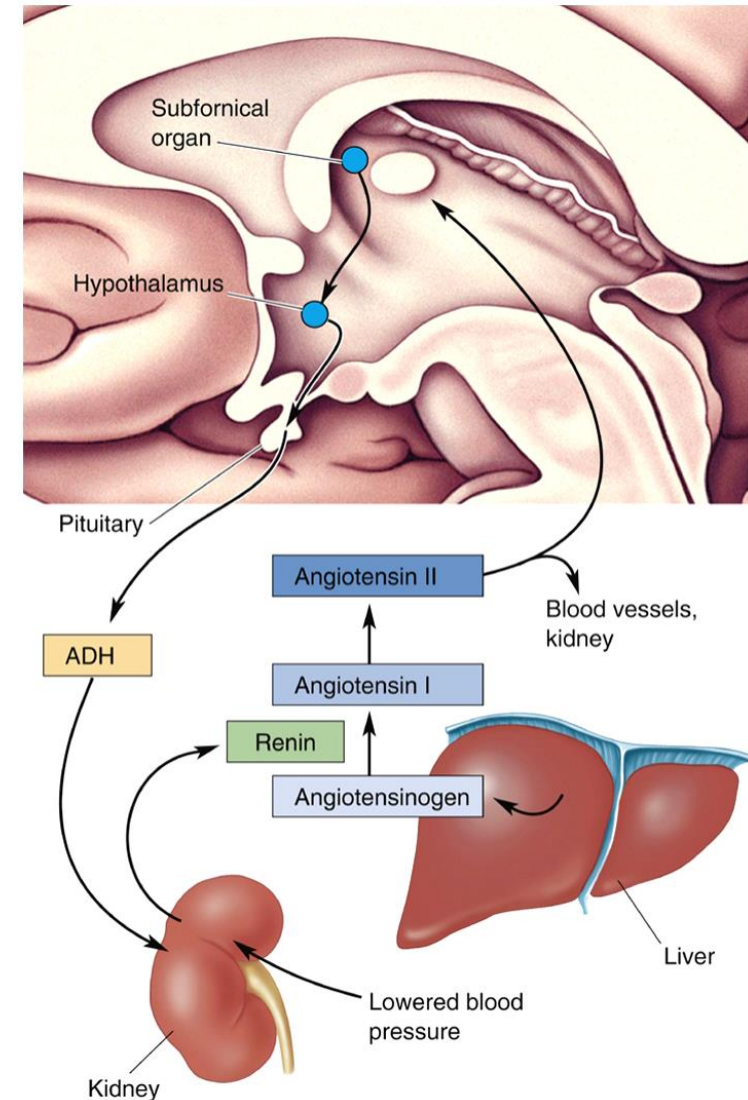


Εκκριντικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)

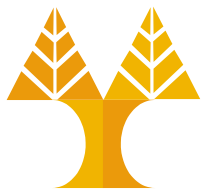


• Ρύθμιση όγκου του αίματος και συγκέντρωσης άλατος

- Χαμηλότερος όγκος, αυξημένη συγκέντρωση άλατος
 - Υποδοχείς πίεσης (Pressure receptors) στο καρδιαγγειακό σύστημα
 - Υποδοχείς άλατος (Salt receptors) στον υποθάλαμο
- Νεφροί (Kidneys) → Renin → Angiotensin II
- Υποψαλλιδικό όργανο (Subfornical Organ): δεν υπάρχει ΑΕΦ (BBB) → διέγερση υποθαλάμου
- Υποθάλαμος → ADH & αίσθηση δίψας



Εκκριτικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)



- **Πρόσθια Υπόφυση (Anterior Pituitary)**

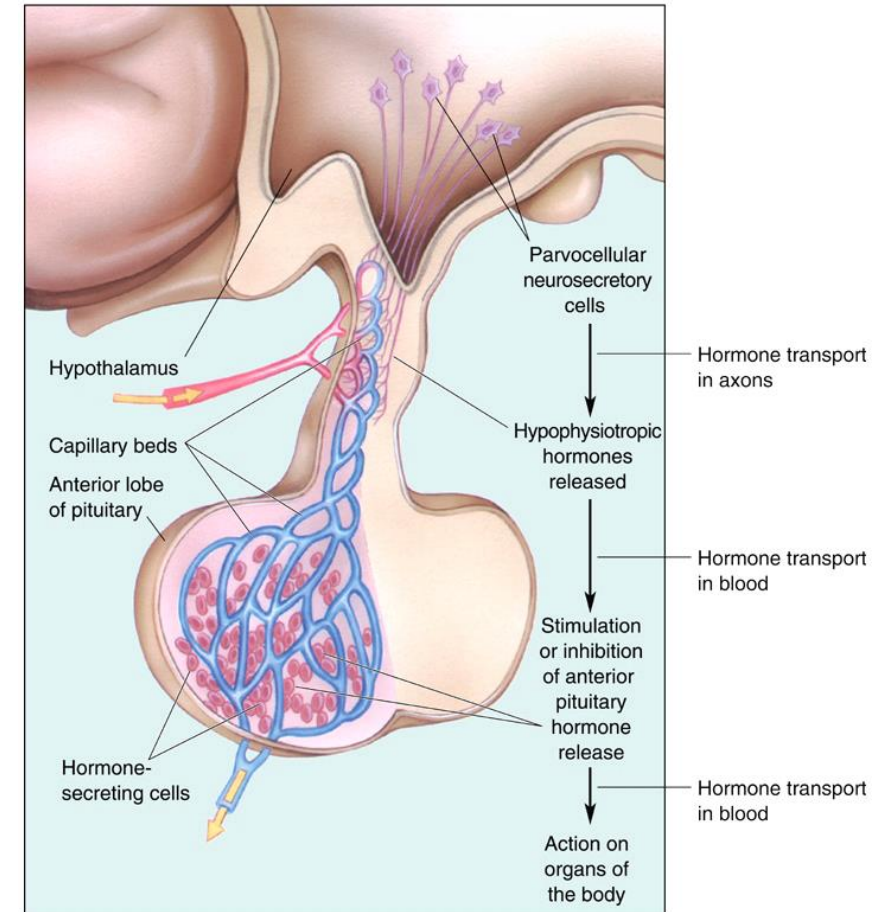
- Πρόσθιος λοβός (Anterior lobe)
- Ελέγχεται από μικροκυτταρικά (parvocellular) νευροεκκριτικά (neurosecretory) κύτταρα
 - Εκκρίνουν υποφυσιотροπικές (hypophysiotropic) ορμόνες
 - Ενεργοποίηση υποδοχέων στα υποφυσιικά κύτταρα → εκκρίνουν ή σταματούν να εκκρίνουν ορμόνες

- **Ορμόνες της Πρόσθιας Υπόφυσης**

- Μεγάλο εύρος δράσεων

Table 15.1 **Hormones of the Anterior Pituitary**

HORMONE	TARGET	ACTION
Follicle-stimulating hormone (FSH)	Gonads	Ovulation, spermatogenesis
Luteinizing hormone (LH)	Gonads	Ovarian, sperm maturation
Thyroid-stimulating hormone (TSH); also called thyrotropin	Thyroid	Thyroxin secretion (increases metabolic rate)
Adrenocorticotrophic hormone (ACTH); also called corticotropin	Adrenal cortex	Cortisol secretion (mobilizes energy stores; inhibits immune system; other actions)
Growth hormone (GH)	All cells	Stimulation of protein synthesis
Prolactin	Mammary glands	Growth and milk secretion



Εκκριντικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)



- **Μέσω ενός αγγειακού δικτύου κατά μήκος του μίσχου της υπόφυσης, του πυλαίου συστήματος, ορμονικές ουσίες από τον υποθάλαμο μεταφέρονται στην αδενούποφυση και επηρεάζουν τη λειτουργία της. Αυτές είναι**
 - Σωματοεκλυτίνη (GHRH, Growth Hormone Releasing Hormone, ορμόνη εκλυτική της έκκρισης GH)
 - Θυρεοεκλυτίνη (TRH, Thyrotropin Releasing Hormone, ορμόνη εκλυτική της έκκρισης TSH)
 - Γοναδοεκλυτίνη (GnRH, Gonadotropin Releasing Hormone, ορμόνη εκλυτική της έκκρισης FSH και LH)
 - Κορτικοεκλυτίνη (CRH, Corticotropin Releasing Hormone, ορμόνη εκλυτική της έκκρισης ACTH)
 - Ντοπαμίνη (Dopamine, PIF, Prolactin Inhibiting Factor, ορμόνη ανασταλτική της έκκρισης PRL)
- **Τα αδενικά κύτταρα του προσθίου λοβού παράγουν ένα πλήθος ορμονών, που ελέγχουν σημαντικές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος. Οι ορμόνες αυτές είναι :**
 - Αυξητική ή σωματοτρόπος ορμόνη (GH, Growth Hormone)
 - προάγει την ανάπτυξη του σώματος.
 - Θυρεοειδοτρόπος ορμόνη ή θυρεοτροπίνη (TSH, Thyroid-Stimulating Hormone)
 - διεγείρει το θυρεοειδή αδένα για παραγωγή θυρεοειδικών ορμονών.
 - FSH και LH (γοναδοτροπίνες)
 - Ωοθυλακιότροπος ορμόνη (FSH, Follicle-Stimulating Hormone)
 - στη γυναίκα προάγει την ωρίμανση των ωοθυλακίων
 - στον άνδρα προάγει την ωρίμανση των σπερματοκυττάρων.
 - Ωχρινοποιητική ορμόνη (LH, Luteinizing Hormone)
 - στην γυναίκα προάγει την ωοθυλακιόρρηξη και την έκκριση οιστρογόνων από τις ωοθήκες
 - στον άνδρα προάγει την έκκριση τεστοστερόνης από τους όρχεις.
 - Φλοιοεπινεφριδιοτρόπος ορμόνη ή αδρενοκορτικοτρόπος ορμόνη ή κορτικοτροπίνη (ACTH, Adrenocorticotrophic Hormone)
 - διεγείρει τα επινεφρίδια για την παραγωγή κορτιζόλης, αλδοστερόνης και ανδρογόνων.
 - Προλακτίνη (PRL, Prolactin)
 - προάγει τη παραγωγή γάλακτος από τους γαλακτοφόρους αδένες του μαστού.

Εκκριντικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus)



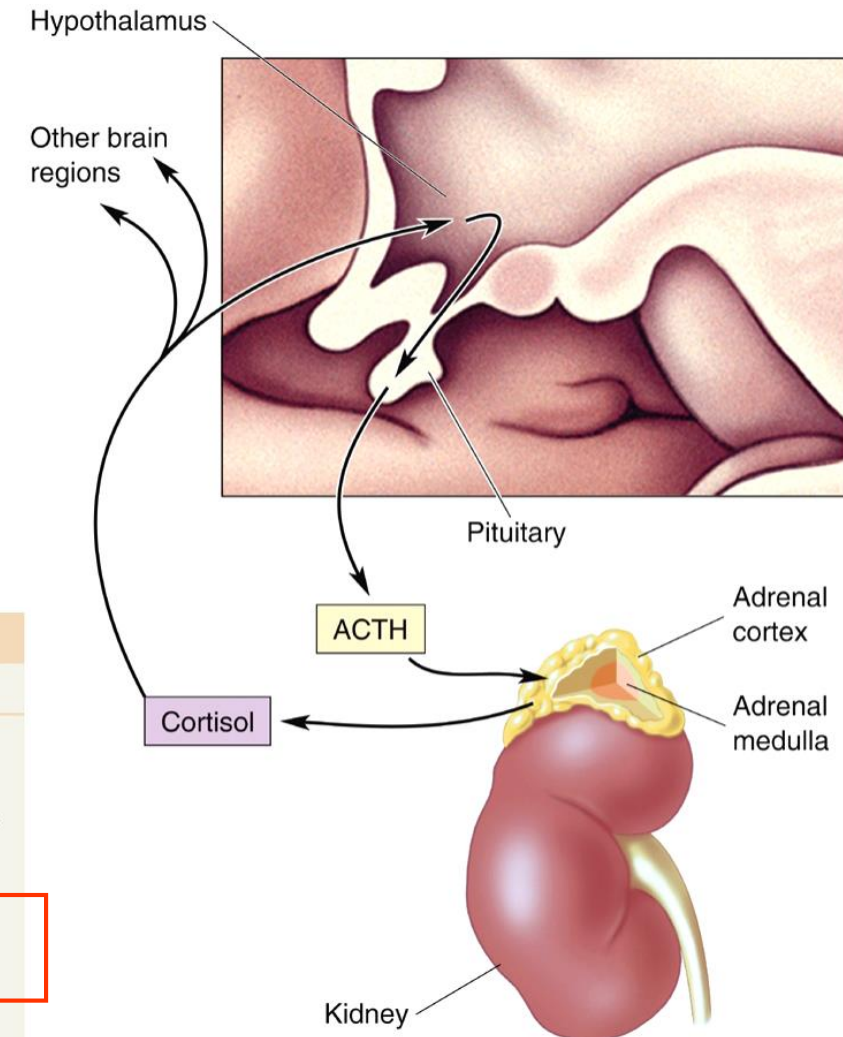
- **Επινεφρίδια (Adrenal glands)**

- Επινεφριδιακός φλοιός (Adrenal cortex) και μυελός (adrenal medulla)

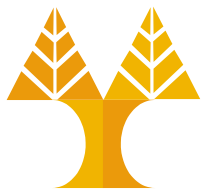
- **Επινεφριδιακός Φλοιός (Adrenal Cortex)**

- Απόκριση στην ένταση (Stress response) → Κορτιζόλη (cortisol)
 - Αρνητική ανάδραση στην υπόφυση
 - Αλλαγές στην φυσιολογία του εγκεφάλου

Table 15.1 Hormones of the Anterior Pituitary		
HORMONE	TARGET	ACTION
Follicle-stimulating hormone (FSH)	Gonads	Ovulation, spermatogenesis
Luteinizing hormone (LH)	Gonads	Ovarian, sperm maturation
Thyroid-stimulating hormone (TSH); also called thyrotropin	Thyroid	Thyroxin secretion (increases metabolic rate)
Adrenocorticotrophic hormone (ACTH); also called corticotropin	Adrenal cortex	Cortisol secretion (mobilizes energy stores; inhibits immune system; other actions)
Growth hormone (GH)	All cells	Stimulation of protein synthesis
Prolactin	Mammary glands	Growth and milk secretion



Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

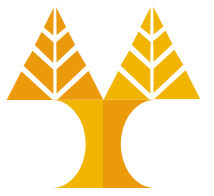


• Υποδιαιρέσεις του ΑΝΣ

- Συμπαθητικό (Sympathetic) νευρικό σύστημα → “φυγή ή πάλη” (“fight or flight”)
 - Αυξάνεται ο καρδιακός ρυθμός (heart rate) και η πίεση του αίματος (blood pressure)
 - Καταστέλλονται οι πεπτικές λειτουργίες (digestive functions)
 - Κινητοποιούνται τα αποθέματα γλυκόζης (glucose reserves)
- Παρασυμπαθητικό (Parasympathetic) νευρικό σύστημα → “ανάπαυση και πέψη” (“rest and digest”)
 - Μειώνεται ο καρδιακός ρυθμός και χαμηλώνει η πίεση του αίματος
 - Αυξάνονται οι πεπτικές λειτουργίες
 - Σταματά η εφίδρωση



Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)



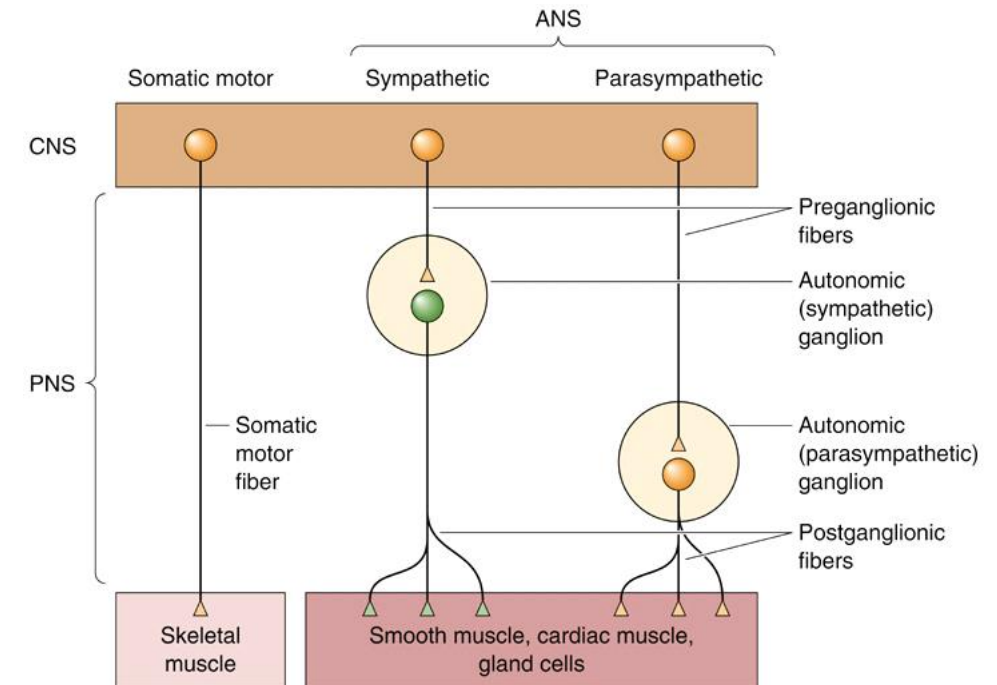
- **Νευρώνες του ΑΝΣ**

- **ΑΝΣ**

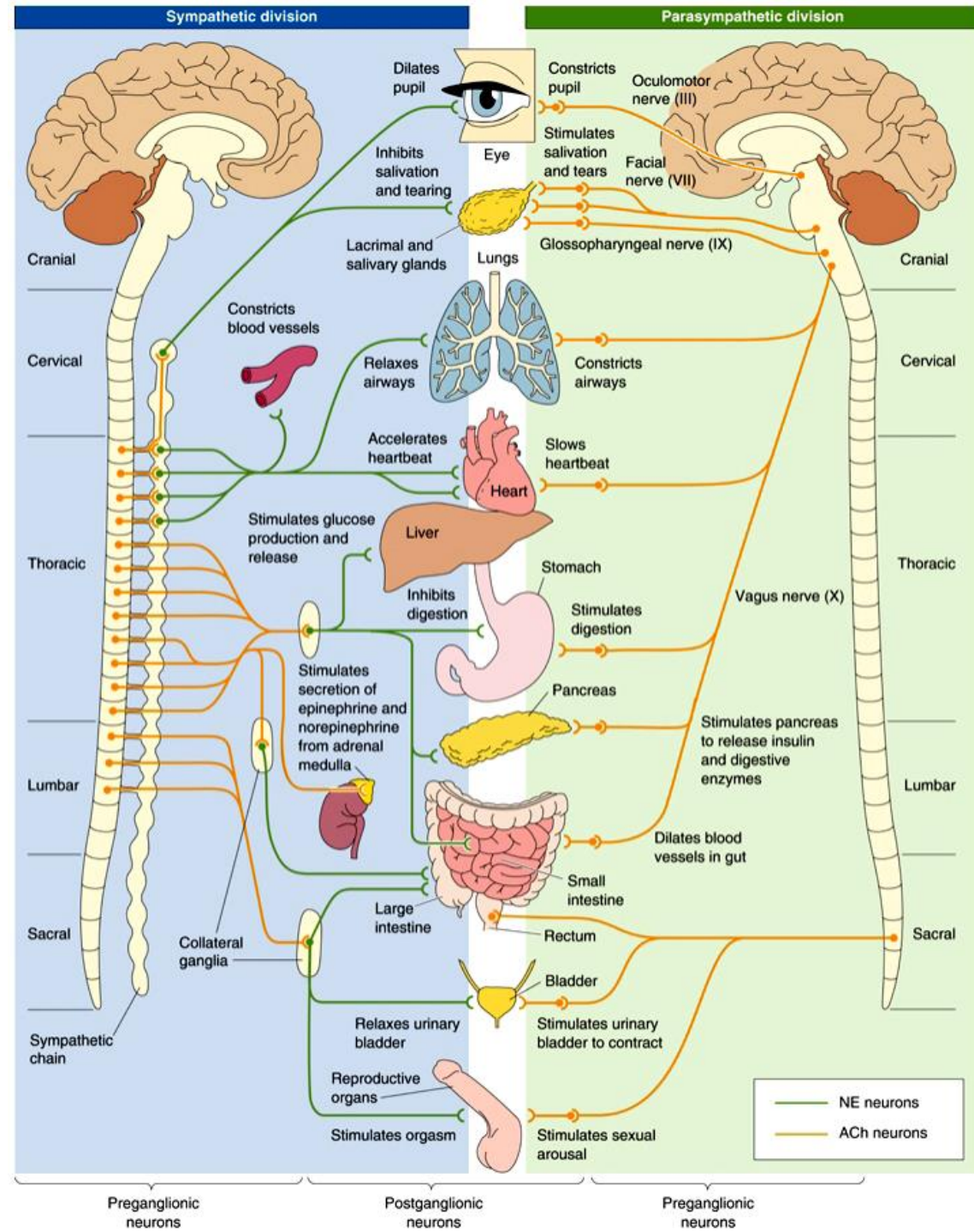
- Πολλαπλές δράσεις, εκτεταμένες περιοχές, αργοί
 - Εκτεταμένος, συντονισμένος και βαθμιδωτός έλεγχος
 - Προς όλα τα όργανα εκτός σκελετικών μύες
 - Σώματα έξω από το ΚΝΣ
 - Δισυναπτικές οδοί (Disynaptic pathways)

- **Σωματικοί (somatic)**

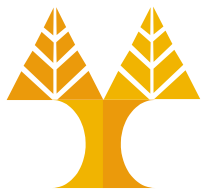
- Γρήγοροι και ακριβείς
 - Μόνο περιφερικοί στόχοι
 - Ελέγχει μόνο σκελετικούς μύες
 - Σώματα μέσα στο ΚΝΣ
 - Νοσυναπτικές οδοί (Monosynaptic pathways)



Sympathetic Nervous System	Parasympathetic Nervous System
Fibers originate in thoracic and lumbar regions of spinal cord	Fibers originate from cranial and sacral areas of CNS
Most preganglionic fibers are short	Preganglionic fibers are longer
Long postganglionic fibers	Very short postganglionic fibers
Preganglionic fibers release acetylcholine (ACh)	Preganglionic fibers release acetylcholine (ACh)
Most postganglionic fibers release noradrenaline (norepinephrine)	Postganglionic fibers release acetylcholine

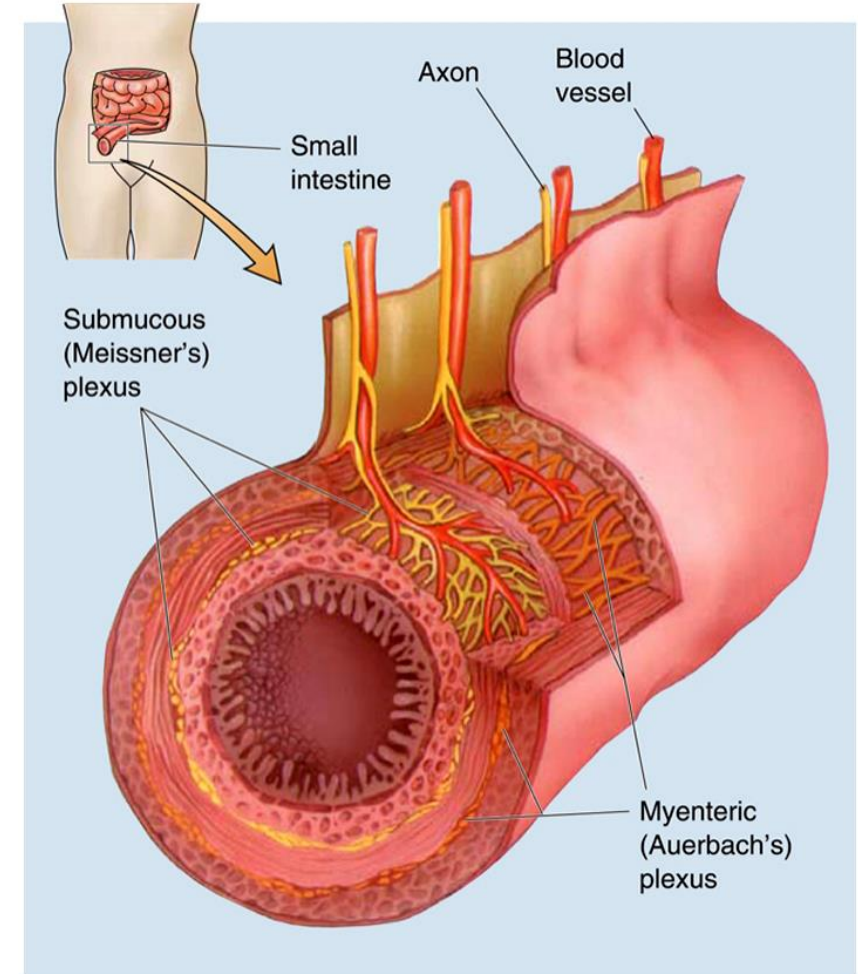


Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)



- Το Εντερικό (Enteric) νευρικό σύστημα

- Περιοχή
 - Μέσα στα περιβάλλοντα στρώματα του οισοφάγου, στομάχου, εντέρων, παγκρέατος και χοληδόχου κύστης (esophagus, stomach, intestines, pancreas, and gallbladder)
- Μέρη
 - Δύο πολύπλοκα δίκτυα
 - Μυεντερικό πλέγμα (myenteric (Auerbach's) plexus)
 - Υποβλεννογόνο πλέγμα (submucous (Meissner's) plexus)
- Λειτουργία
 - Ελέγχουν τη μετακίνηση και πέψη του φαγητού
- Είσοδοι (Inputs)
 - Από τον εγκέφαλο (μέσω του ΑΝΣ)

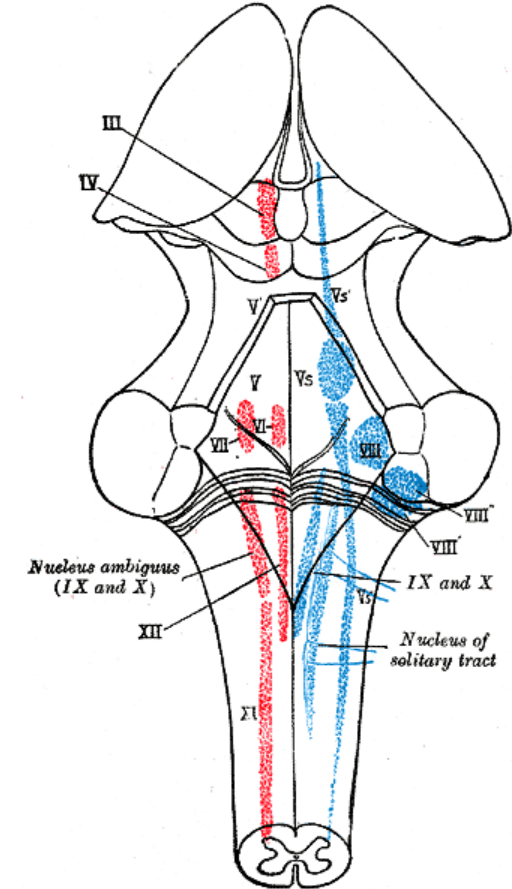


Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

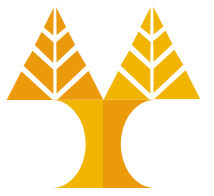


• Έλεγχος του ΑΝΣ

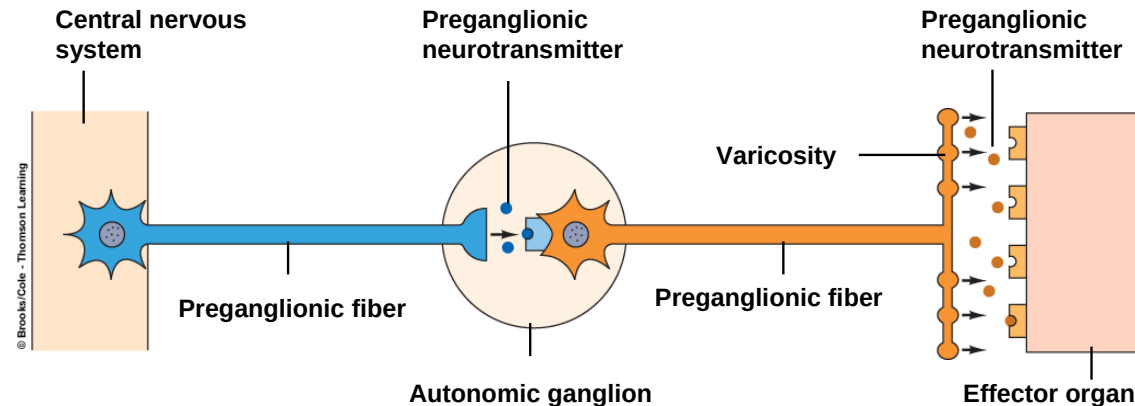
- Συνδέσεις για έλεγχο του ΑΝΣ
 - Υποθάλαμος (Περικοιλιακή ζώνη)
 - Συνδέσεις με το εγκεφαλικό στέλεχος και πυρήνες του νωτιαίου μυελού
 - Μονήρης Πυρήνας (solitary nucleus): στο προμήκη μυελό
- Λειτουργία μονήρη πυρήνα
 - Ολοκληρώνει (Integrates) αισθητικές πληροφορίες (sensory information) από τα διάφορα όργανα και συντονίζει την έξοδο (output)



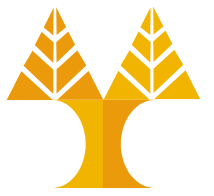
Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)



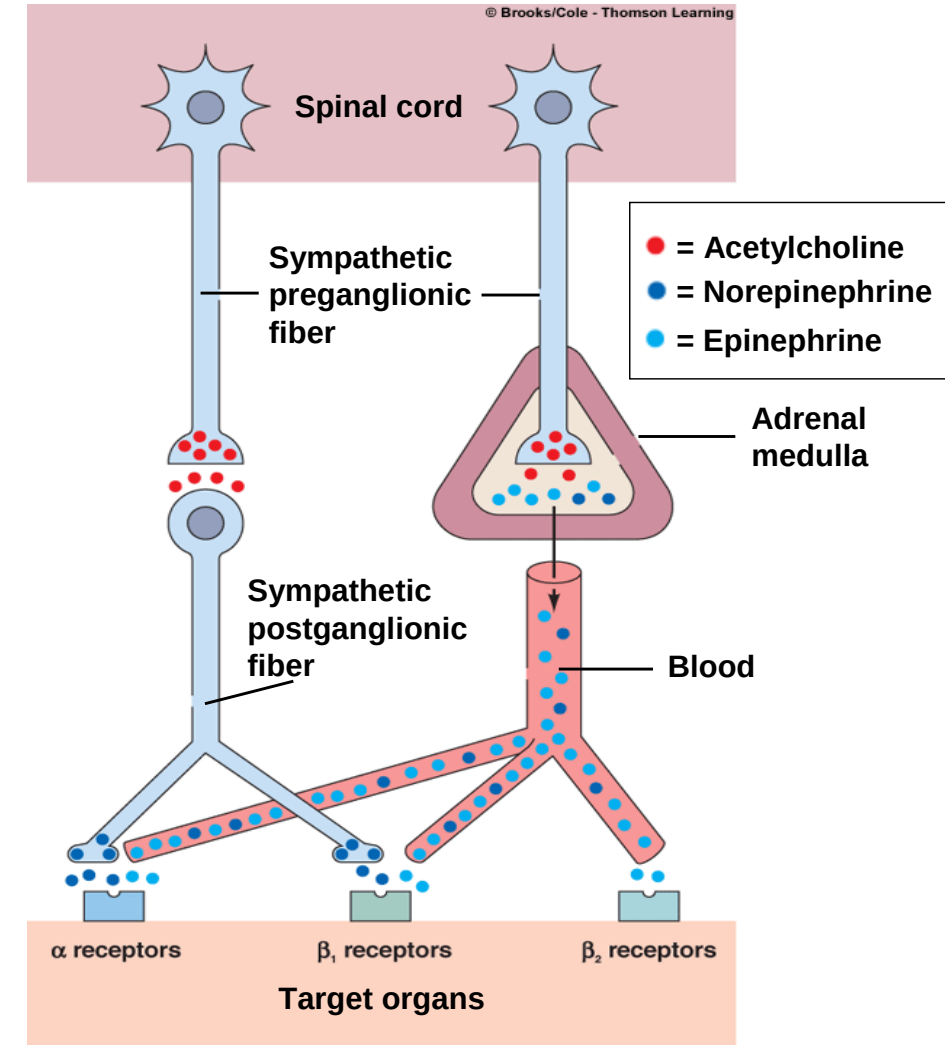
- **Νευροδιαβιβαστές (Neurotransmitters)**
 - ΑΝΣ: Πιο εύκολη η μελέτη και κατανόηση των μηχανισμών δράσης των φαρμάκων
- **Προγαγγλιακοί Νευροδιαβιβαστές (Preganglionic Neurotransmitters)**
 - Κύριος διαβιβαστής: ACh
 - Δεσμεύονται (bind) με nAChR → προκαλεί γρήγορα EPSP
 - Ενεργοποιεί mAChR → αργά EPSP και IPSP
 - Νευροενεργά πεπτίδια (Neuroactive peptides)
 - Μικρά EPSP, διαρκούν αρκετά λεπτά, τροποποιητικά (modulatory)
- **Μεταγαγγλιακοί Νευροδιαβιβαστές (Postganglionic Neurotransmitters)**
 - Παρασυμπαθητικοί: ACh
 - Τοπικό αποτέλεσμα (Local effect)
 - Συμπαθητικοί: NE
 - Πιο εκτεταμένα αποτελέσματα (Far-reaching effects)



Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

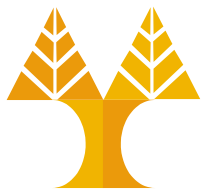


- Ο Επινεφριαδικός Μυελός (Adrenal medulla) είναι ένα τροποποιημένο μέρος του συμπαθητικού νευρικού συστήματος
 - Τροποποιημένο γάγγλιο (χωρίς μεταγαγγλιακό νευρώνα)
 - Διέγερση από τον προγαγγλιακό νευρώνα προκαλεί έκκριση ορμόνης στο αίμα
 - 20% νορεπινεφρίνη (norepinephrine)
 - 80% επινεφρίνη (epinephrine, also known as adrenaline)
 - Ενισχύει τη δραστηριότητα του συμπαθητικού συστήματος
 - Πιο συνεχής και παρατεταμένη



Sympathetic		Parasympathetic	
	Action	Receptor	Receptor
General Homeostasis	-stress response (fight or flight) -expends energy		-maintains homeostasis -conserves energy
Heart			
Cardiac muscle	-↑ rate -↑ contractility	β ₁ β ₁	-↓ rate (atria only) -↓ contractility (atria only)
Smooth muscle			
Blood vessels -skeletal m. -skin -penis and clitoris	-dilation -constriction -constriction	β ₂ α α	-dilation
Spleen	-contraction	α	
Bronchi	-dilation	β ₂	-constriction
G.I. tract -walls -sphincters	-↓ motility -contraction	α ₂ & β ₂ α ₁	-↑ motility -relaxes
Genitourinary tract -bladder wall -sphincter -penis	-relaxation -contraction -ejaculation	β ₂ α ₂ α	-contraction -relaxation -erection
Glands			
Salivary	-↑ viscous secretion (small amounts)	α ₁	-↑ watery secretion
Sweat -Thermoregulation -Stress	-↑ secretion -↑ secretion	M α	
Metabolism			
Liver Adipose Kidney	-glycogenolysis -lipolysis -renin release	α, β ₂ β ₃ β ₁	
Eye			
Iris Ciliary muscle	-dilation	α ₁	-constriction -contraction

Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

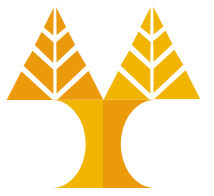


- **Φαρμακολογία**

- Παρασυμπαθητικομιμητικά (Parasympathomimetic)
 - Μιμούνται ή προάγουν μουςκαρινική δραστηριότητα ACh ή αναστέλλουν δραστηριότητα NE
- Συμπαθητικομιμητικά (Sympathomimetic)
 - Μιμούνται ή προάγουν δραστηριότητα NE ή αναστέλλουν μουςκαρινική δραστηριότητα ACh



Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

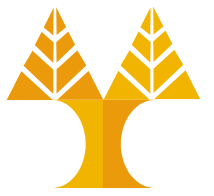


- **Αγωνιστές (Agonists)**

- Δεσμεύονται (bind) με τον ίδιο υποδοχέα όπως ο νευροδιαβιβαστής
- Προκαλούν δραστηριότητα παρόμοια με τον νευροδιαβιβαστή
- Π.χ.
 - Salbutamol
 - Ενεργοποιεί υποδοχείς β_2
 - Θεραπεία άσθματος
 - Phenylephrine
 - Ενεργοποιεί υποδοχείς α_1 & α_2
 - Αγγειοσυσπαστικό (Vasoconstrictor)
 - Ρινικό αποσυμφορητικό (nasal decongestant)
 - Pilocarpine
 - Ενεργοποιεί μουςκαρινικούς υποδοχείς
 - Θεραπεία γλαυκώματος (glaucoma)
 - Παρενέργειες περιλαμβάνουν εφίδρωση (sweating)



Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (The Autonomic Nervous System)

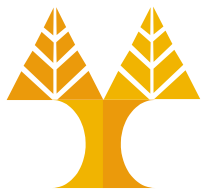


- **Ανταγωνιστές (Antagonists)**

- Δεσμεύονται (bind) με τον ίδιο υποδοχέα
- Εμποδίζουν τη δραστηριότητα του νευροδιαβιβαστή
- Π.χ.
 - Atenolol
 - Επιλεκτικός ανταγωνιστής του υποδοχέα β_1
 - Προκαλεί βραδυκαρδία και χαμηλώνει την πίεση του αίματος



Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems of the Brain)



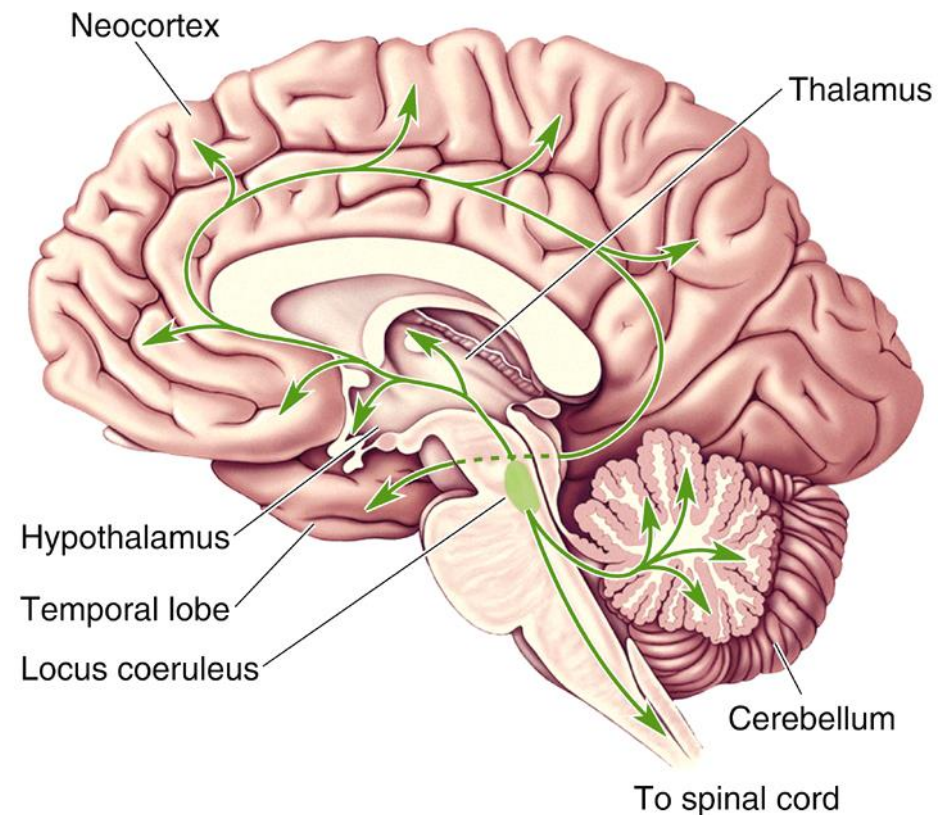
- **Ανατομία και Λειτουργία**

- Όμοιες μόνο οι βασικές αρχές
 - Μικρός αριθμός αρχικών νευρώνων
 - Ξεκινούν από κέντρο (core) στον εγκέφαλο
 - Ένας νευρώνας επηρεάζει πολλούς άλλους
 - Συνάψεις απελευθερώνουν διαβιβαστές στο εξωκυτταρικό υγρό

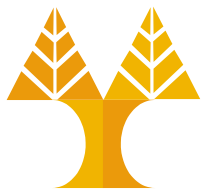
- **Ο Νοραδρενεργικός Τόπος Coeruleus (Locus Coeruleus)**

- Οδός
 - Φλοιός, θάλαμος, οσφρητικός βολβός, παρεγκεφαλίδα, μέσος εγκέφαλος, νωτιαίος μυελός
 - Λειτουργία
 - Ρυθμίζει προσοχή, αφύπνιση, κύκλους του ύπνου, μάθηση, μνήμη, άγχος και πόνο, ψυχική διάθεση και μεταβολισμό του εγκεφάλου (attention, arousal, sleep-wake cycles, learning and memory, anxiety and pain, mood, brain metabolism)
- Ενεργοποίηση
 - Νέα, απρόσμενα, μη-επώδυνα, αισθητήρια ερεθίσματα

Norepinephrine system

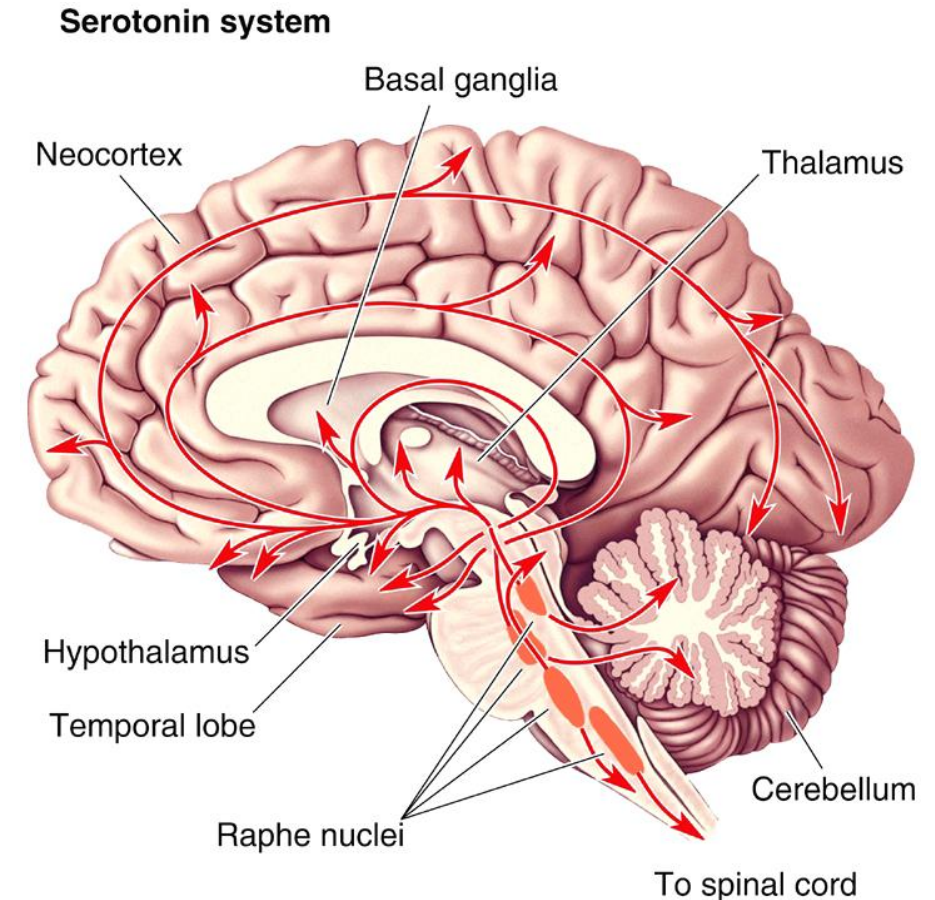


Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems of the Brain)

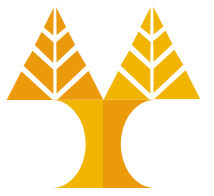


- Οι Σεροτονεργικοί Πυρήνες της Ραφής
(Serotonergic Raphe Nuclei)

- Οδός
 - Νωτιαίος Μυελός
 - Σχεδόν παντού στον εγκέφαλο!
- Λειτουργία
 - Διαμορφώνουν τα σήματα του πόνου
 - Συμμετέχουν στη αφύπνιση (wake) και διέγερση (arousal)
 - Συμμετέχουν στα στάδια του ύπνου
 - Ελέγχουν τη διάθεση (mood) και τα συναισθήματα (emotion)
- Ενεργοποίηση → Εγρήγορση (Wakefulness)

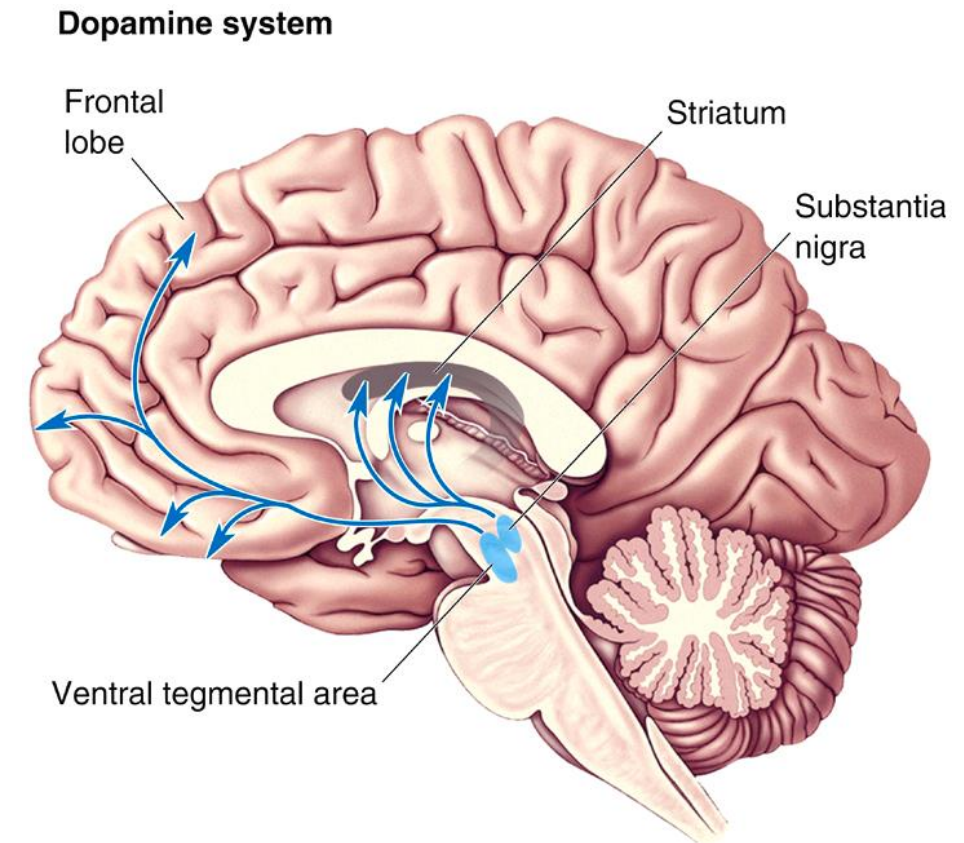


Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems of the Brain)

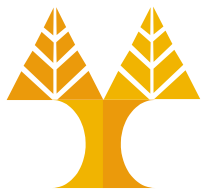


- **Δοπαμινεργικά Κύτταρα (Dopaminergic Cells)**

- Μέλαινα Ουσία (Substantia Nigra)
 - Άξονες προς τα βασικά γάγγλια
 - Διευκολύνει αρχικοποίηση εθελούσιας κίνησης
- Κοιλιακή Καλυπτήρια Περιοχή (Ventral tegmental area)
 - Νευρώνες από το στέλεχος (μέσος εγκέφαλος – midbrain) προς τον μετωπιαίο φλοιό.
 - Κίνητρα Συμπεριφοράς ή υποκίνηση (motivation), επιβράβευση (reward), ενίσχυση (reinforcement)



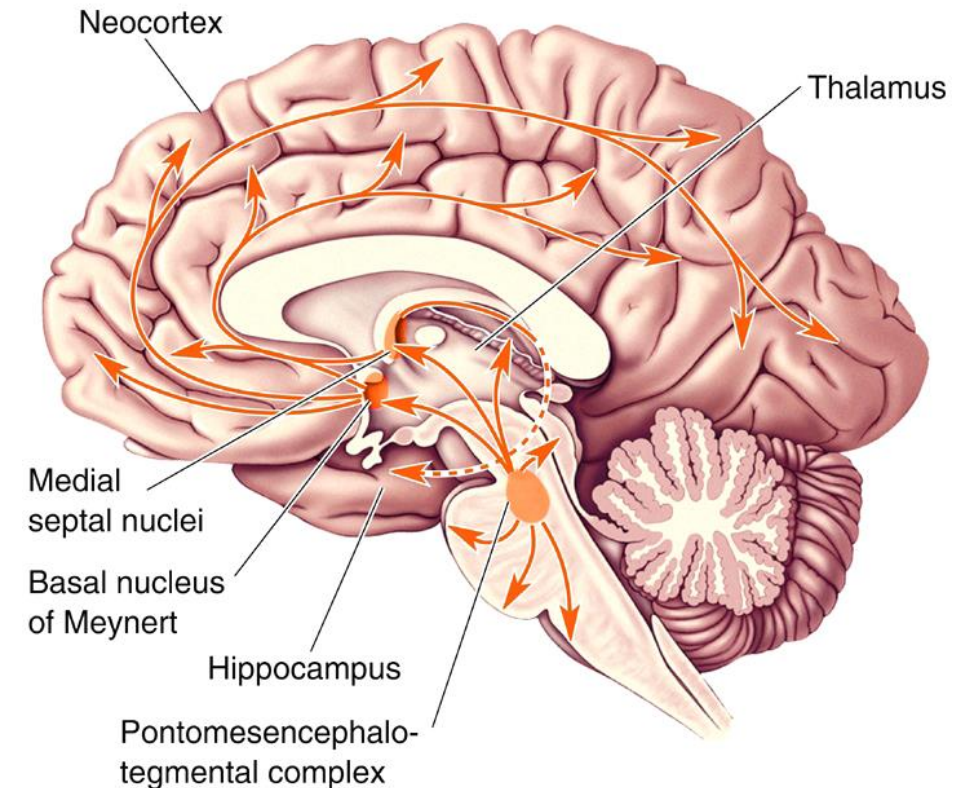
Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems of the Brain)



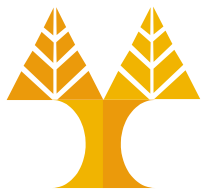
• Χολινεργικά Συστήματα (Cholinergic Systems)

- Πρόσθιος εγκέφαλος (forebrain) και Βασικά γάγγλια
 - Έσω και κοιλιακά ως προς τα βασικά γάγγλια
 - Λειτουργία: Άγνωστη
 - Συμμετέχει στη μάθηση (learning) και μνήμη (memory)
- Γεφυρο-Μεσο-Καλυπτήριο Σύμπλεγμα (Ponto-mesencephalo-tegmental complex)
 - Εκκρίνει ACh
 - Λειτουργία: Διέπει την ευερεθιστότητα των αισθητήριων αναμεταδοτικών θαλαμικών πυρήνων (thalamic sensory relay nuclei)

Acetylcholine system



Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems of the Brain)



- **Φάρμακα και Ναρκωτικά**

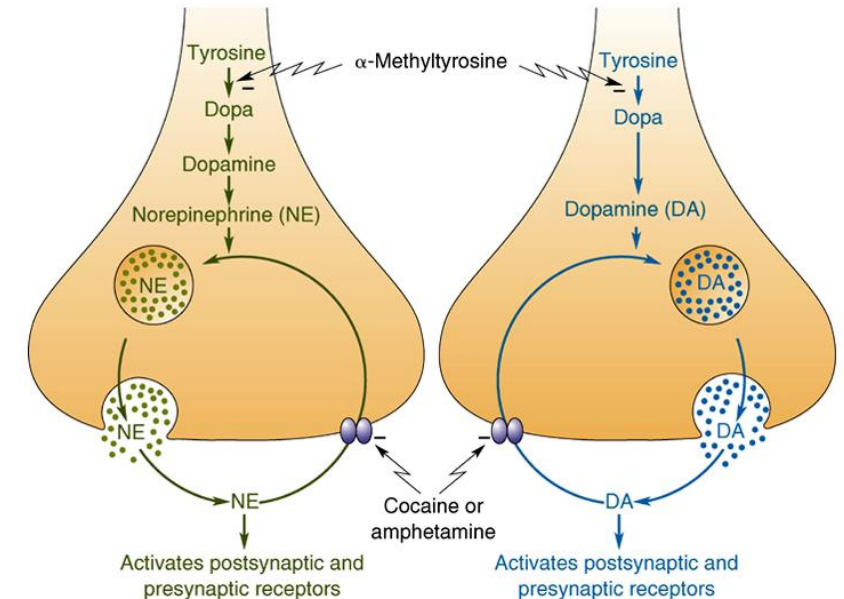
- Ψυχοδραστικές (Psychoactive) ουσίες: Ενεργούν στο ΚΝΣ
- Πολλά ναρκωτικά ενεργούν στα τροποποιητικά συστήματα
 - Νοραδρενεργικά (Noradrenergic)
 - Δοπαμινεργικά (Dopaminergic)
 - Σεροτονεργικά (Serotonergic)

- **Παραισθησιογόνα (Hallucinogens)**

- Ανακάλυψη του LSD
 - Κατά λάθος από τον Ελβετό χημικό Albert Hofmann
- Χημική δομή του LSD
 - Παρόμοιο με τη σεροτονίνη → ισχυρός αγωνιστής → περιοχές του φλοιού
- Αποτέλεσμα
 - Μια κατάσταση “ονειρική”, ανάμειξη αντιλήψεων (perceptions)

- **Διεγερτικά (Stimulants)**

- Κοκαΐνη (Cocaine) → Επαναπρόσληψη δοπαμίνης
- Αμφεταμίνες (Amphetamines) → Επαναπρόσληψη δοπαμίνης και νορεπινεφρίνης και ↑ απελευθέρωση δοπαμίνης
 - Αυξημένη ενέργεια, ευφορία (κέντρα επιβράβευσης - reward centers)
 - Εθισμός (Addiction)





- **Τρία μέρη του νευρικού συστήματος επηρεάζουν εκτεταμένες περιοχές**
 - Εκκριντικός Υποθάλαμος (The Secretory Hypothalamus) → σε όλο το σώμα
 - Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (Autonomic nervous system) → σε όλο το σώμα
 - Διάχυτα Τροποποιητικά Συστήματα (Diffuse Modulatory Systems) → σε όλο τον εγκέφαλο
- **Επιμέρους**
 - Κάθε σύστημα εκτελεί διαφορετικές λειτουργίες
- **Γενικά**
 - Όλα μαζί εργάζονται για να διατηρήσουν την ομοιόσταση του εγκεφάλου



Διάλεξη 18

Κίνητρα Συμπεριφοράς ή Υποκίνηση
(Motivation)