

# Φυσιολογία Νευρικού Συστήματος

Ελένη Σταμουλά

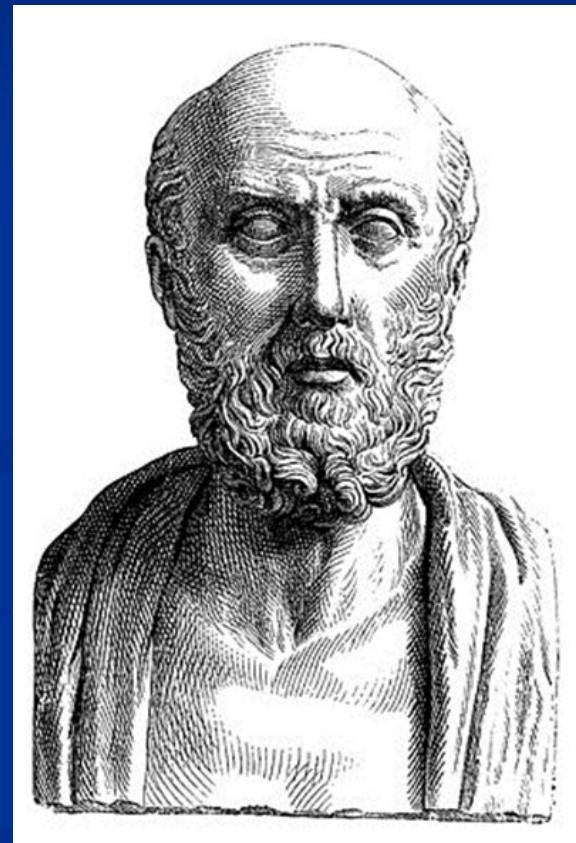
Διδάκτωρ Ιατρικής Σχολής ΑΠΘ

Βιολόγος-Φαρμακοποιός

Επιστημονική Συνεργάτης Εργ.Κλινικής  
Φαρμακολογίας

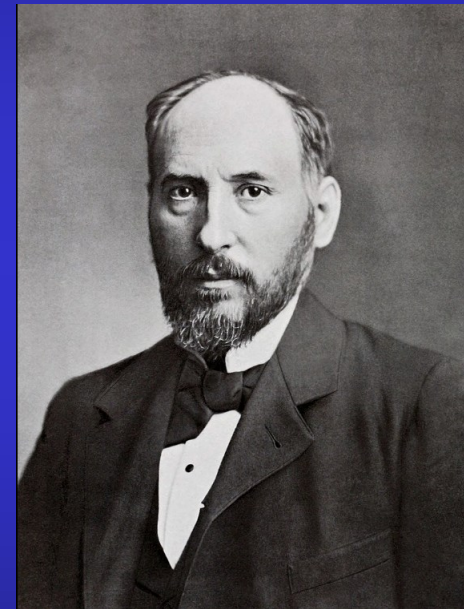
Από τον εγκέφαλο και μόνο από τον εγκέφαλο πηγάζουν η ευχαρίστηση, οι ηδονές, οι χαρές, το γέλιο και οι λύπες μας. Μέσω του εγκεφάλου βλέπουμε, ακούμε, γευόμαστε, διακρίνουμε το ασημο από το ωραίο και το ευχάριστο από το δυσάρεστο.

Ιπποκράτης 460-377π.Χ.



# Σύγχρονη νευροεπιστήμη

- Διερεύνηση της μικροσκοπικής δομής του εγκεφάλου
- Καμίλλο Γκόλτζι ( βραβείο Νόμπελ Φυσιολογίας και Ιατρικής – 1906)
- Ανακάλυψε τον αξονικό αυξητικό κώνο και πειραματικά απέδειξε ότι τα νευρικά κύτταρα **δεν ήταν συνεχή αλλά σε στενή επαφή** (νευρωνικό δόγμα-θεμέλιο της σύγχρονης νευροεπιστήμης)
- τα διάμεσα κύτταρα του Καχάλ



*Santiago Ramón y Cajal, (1852 - 1934)*

# Φυσιολογία Νευρικό κύτταρο-Νευρώνας

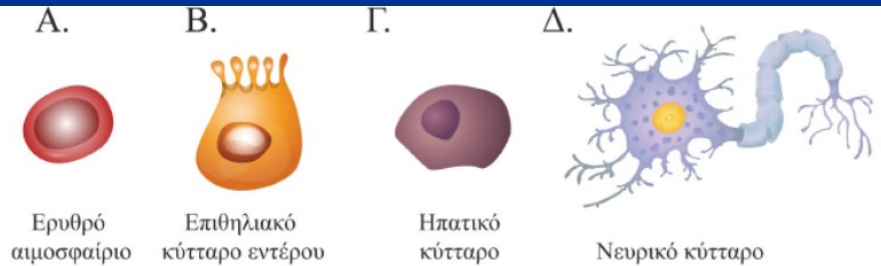
# Εισαγωγικά

- Το ΝΣ έχει 100 δισ.νευρικά κύτταρα
- Ιδιαίτερη μορφολογία
- **Διεγέρσιμα** (ικανότητα να απαντά σε έρέθισμα με ενα δυναμικο δράση)

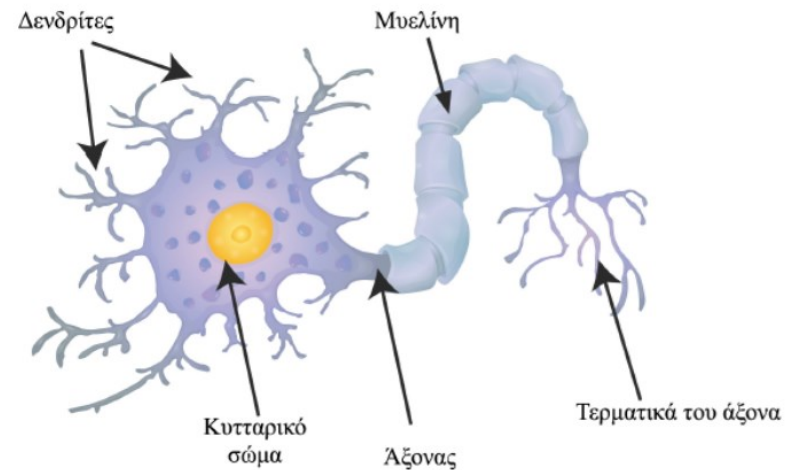
**Νευράξονα** Έχει μήκος από λίγα μm μέχρι 1 m

**Δενδρίτες** πολυάριθμες αποφυάδες που διακλαδίζονται σε λεπτότερους κλάδους με προσεκβολές

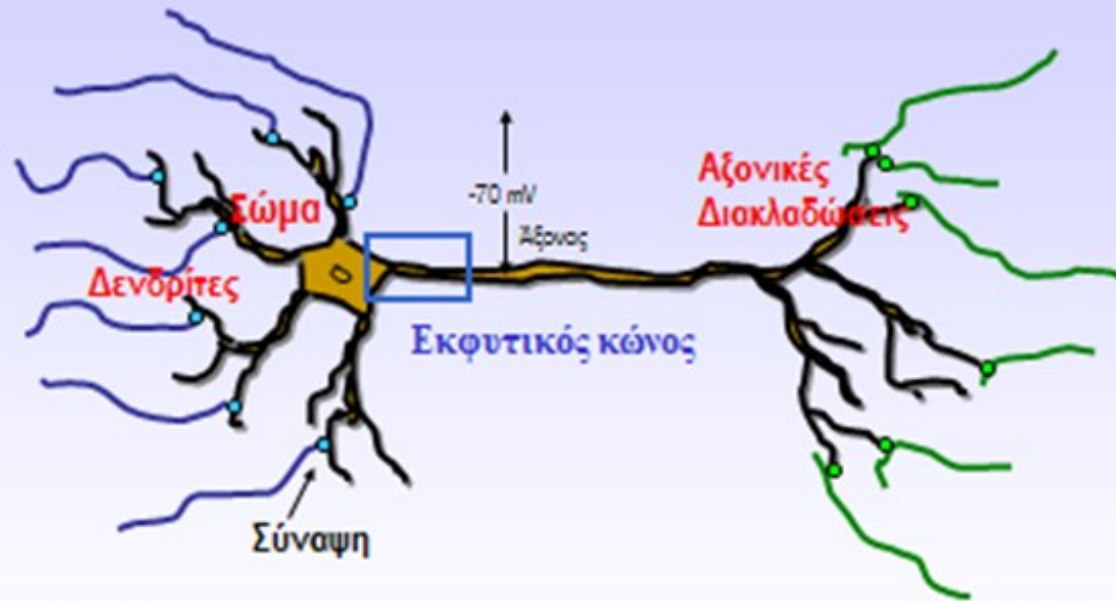
**Ελυτρο μυελίνης\***(εξειδικευμένη μεμβράνη γλοιακού κυττάρου που διατάσσεται σπειροειδώς γύρω από τον νευράξονα)



Εικόνα 1.2 Σύγκριση του νευρικού κυττάρου με άλλα κύτταρα του σώματος



# Εισαγωγικά



**Είσοδος**  
Αξονικές διακλαδώσεις  
άλλων νευρώνων

**Εξόδος**  
Δενδρίτες  
άλλων νευρώνων

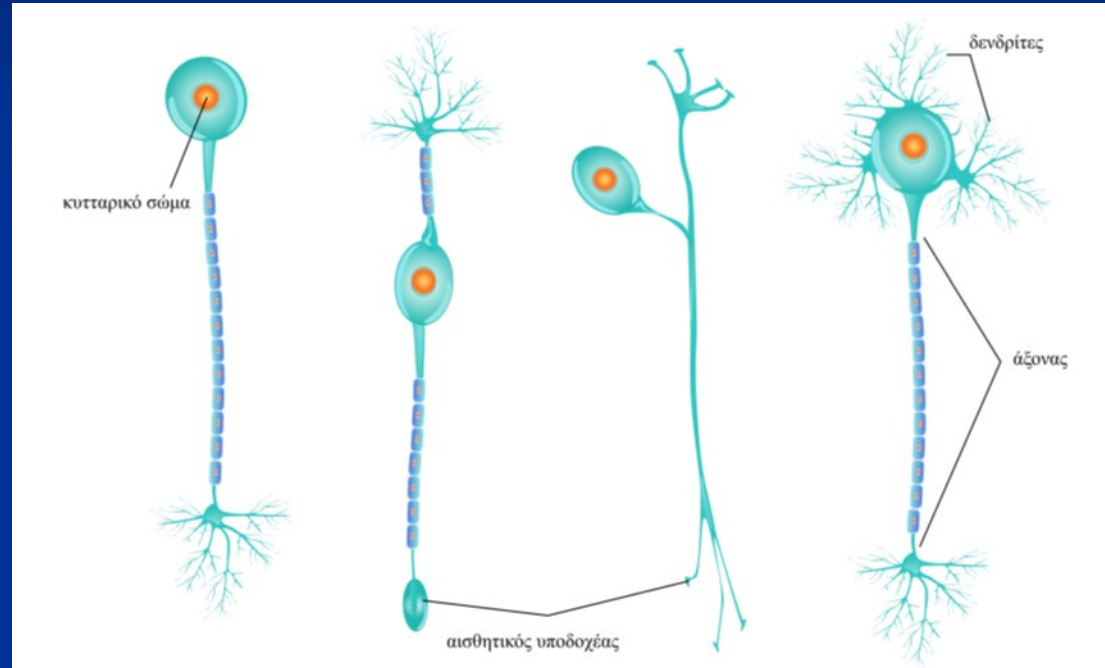
# Ποικιλομορφία νευρικών κυττάρων

Διακρίνονται με βάση την **μορφολογία** των αποφυάδων

- μονοπολα
- Ψευδομονόπολα, δίπολα κτλ

Με βάση των **νευροδιαβιβαστή**

- αδρενεργικοί
- χολινεργικοί
- ντοπαμινεργικοί κτλ



# Πώς επικοινωνούν τα νευρικά κύτταρα

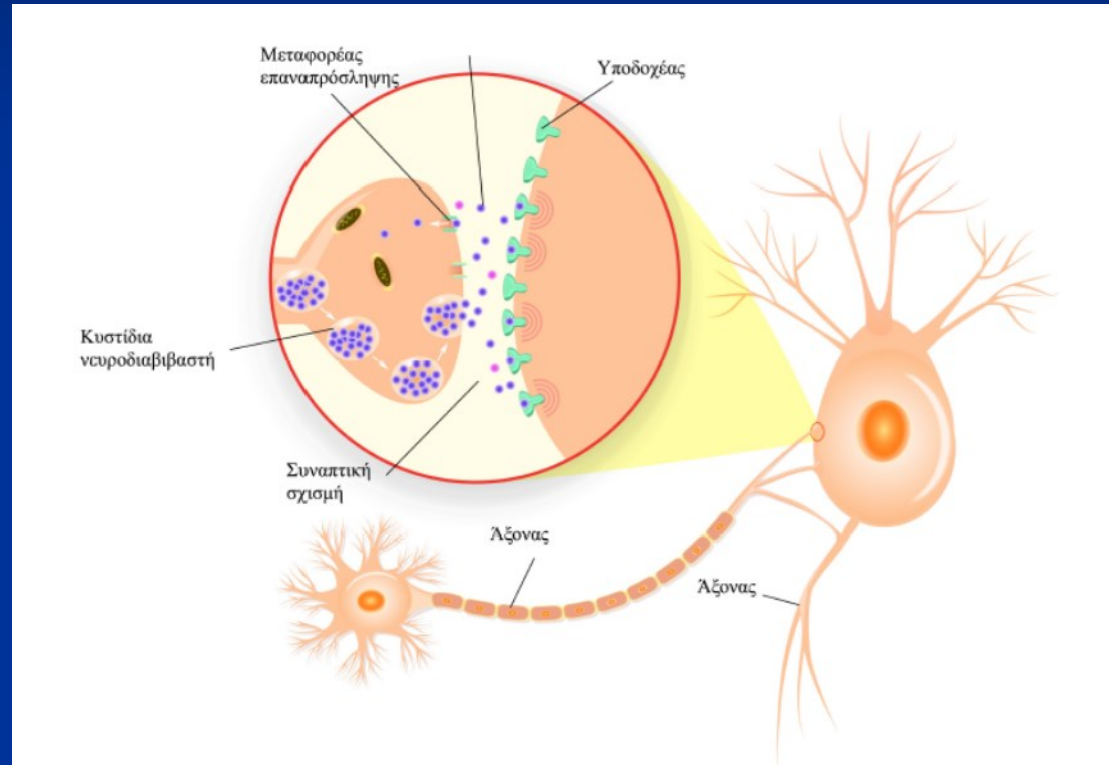
Επικοινωνούν με συνάψεις

Τα τερματικά του αξονα έρχονται σε στενή επαφή με το δενδρίτη ενός άλλου νευρικού κυττάρου

**Προσυναπτικός** νευρώνας στέλνει σήμα προς την σύναψη μέσω νευράξονα.

Απελευθέρωση νευροδιαβιβαστή

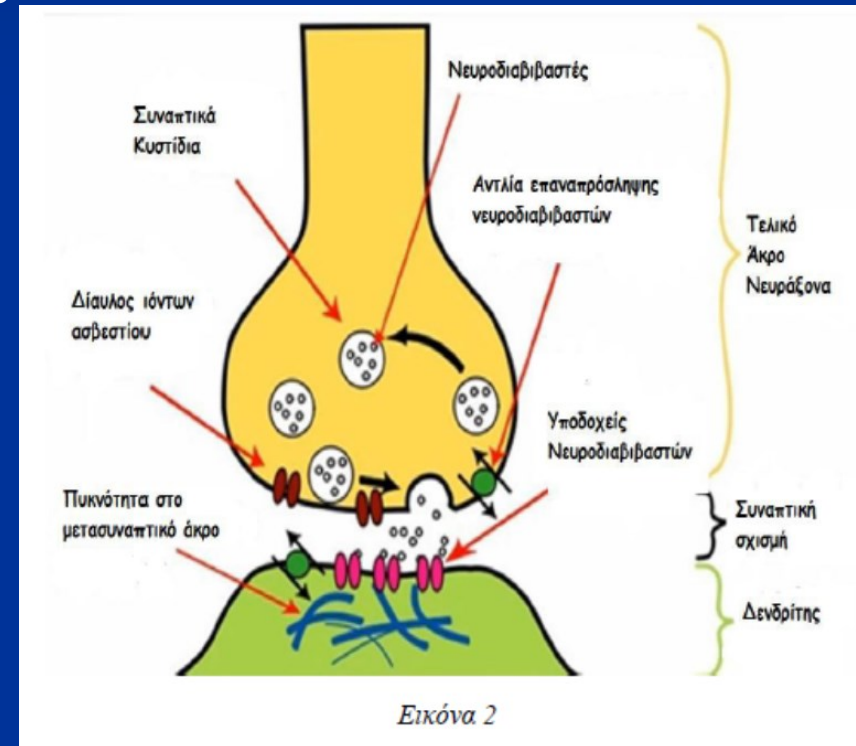
Πρόσδεση νευροδιαβιβαστή στους **Υποδοχείς μετασυναπτικού** νευρικού κυττάρου ή κυττάρου στόχου





# Δομή Σύναψης

- Η μετάδοση της νευρικής ώσης βασίζεται σε 2 κανόνες
- Ο νευρώνας απελευθερώνει έναν νευροδιαβιβαστή
- Η δράση του κάθε νευροδιαβιβαστή στον μετασυναπτικό νευρώνα ή στο κύτταρο στόχο εξαρτάται από το είδος του Υποδοχέα μετασυναπτικά

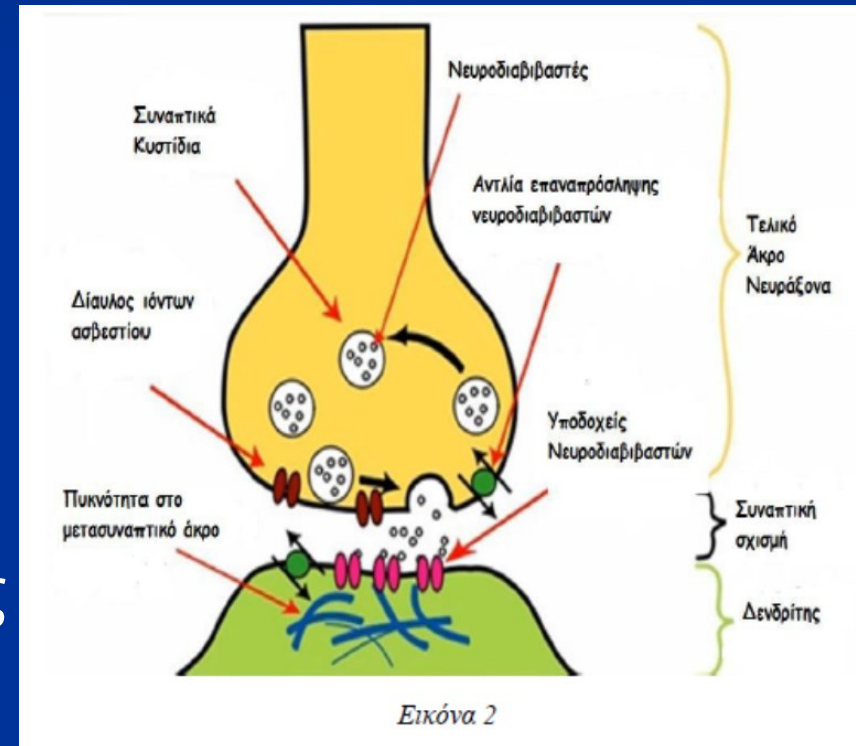


# Ηλεκτρικά σήματα της Σύναψης

- Δύο είδη ηλεκτρικών σημάτων συμμετέχουν στη σύναψη

**Δυναμικό ενέργειας** που εκλύεται στους άξονες των νευρώνων.

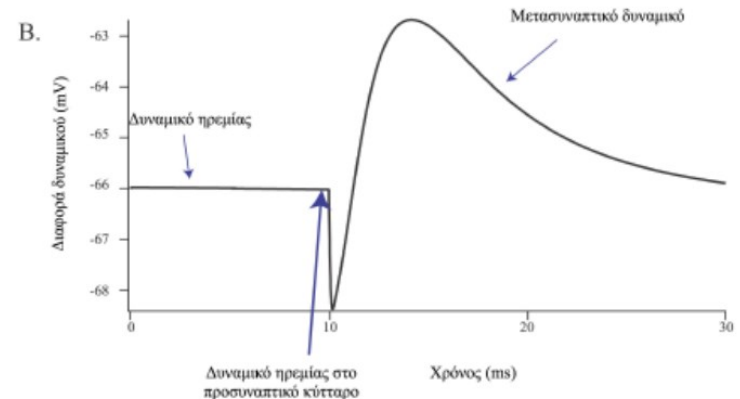
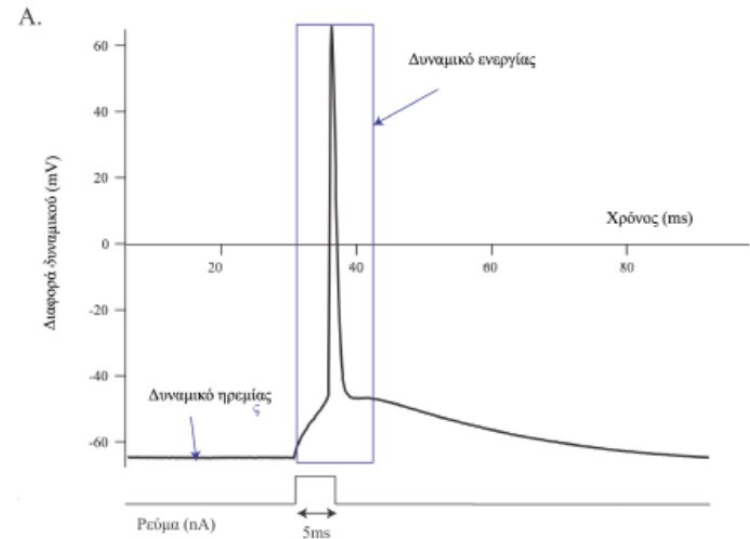
**Μετασυναπτικό** δυναμικό-αλλαγή στο δυναμικό της μετασυναπτικής μεμβράνης λόγω της δράσης του νευροδιαβιβαστή



# Ηλεκτρικά σήματα της Σύναψης

**Δυναμικό ενεργείας** εκλύεται ως «όλον ή ουδέν» (κάθε φορά έχει το ίδιο σχήμα και μέγεθος)

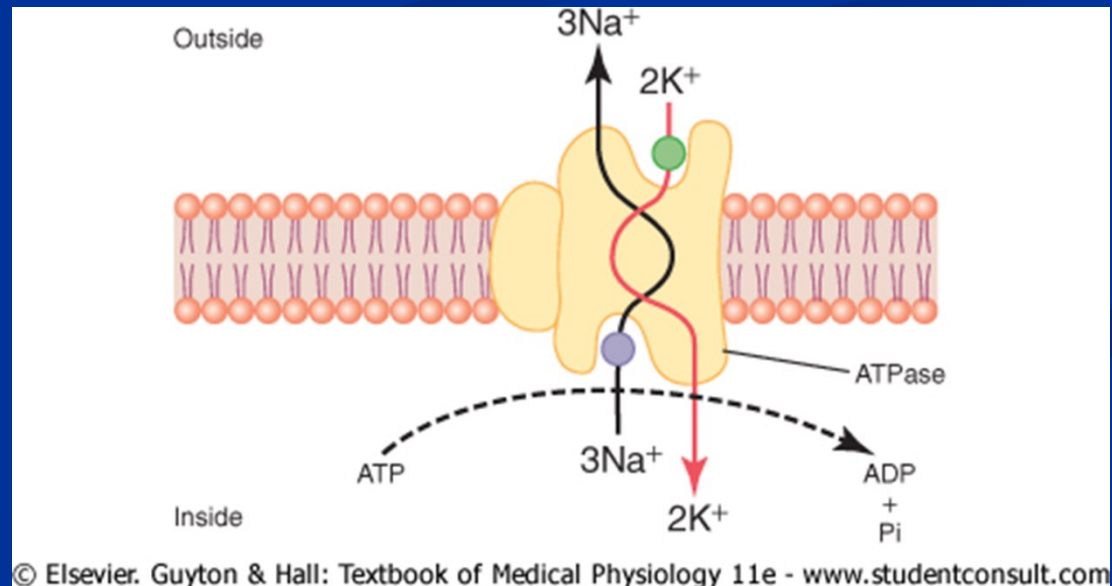
**Μετασυναπτικό** δυναμικό μπορεί να αυξομειώσει το μέγεθος του ανάλογα με την ποσότητα και την δράση του νευροδιαβιβαστή.



# Δυναμικό ηρεμίας

Στάδιο ηρεμίας όταν δεν μεταδίδονται νευρικές ώσεις κυμαίνεται από  $-65$  έως  $-90\text{mV}$ .

Σημαντικό ρόλο παίζει η  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ΑΤΡάση



# Δυναμικό ενεργείας

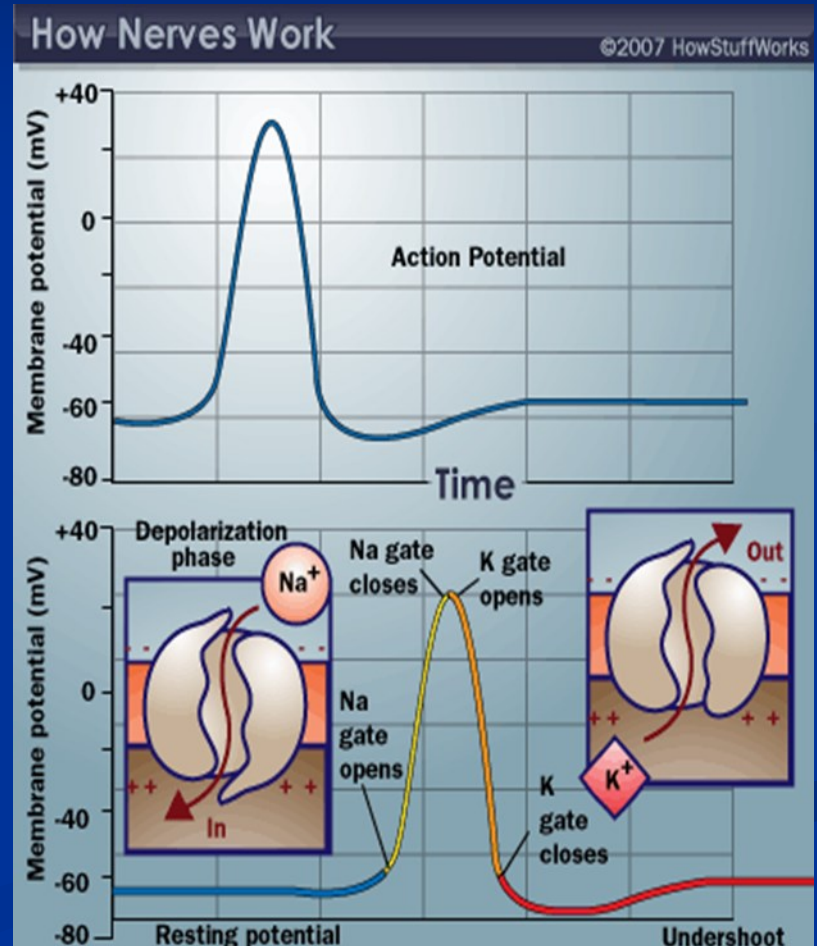
Στάδιο ηρεμίας

Στάδιο εκπόλωσης

Η μεμβράνη γίνεται αιφνίδια διαπερατή στα ιόντα **νατρίου**. Γίνεται θετικό εσωτερικό και αρνητικό το εξωτερικό

Στάδιο επαναπόλωσης

Μετά από λίγο μετά την αύξηση της διαπερατότητας της μεμβράνης για τα ιόντα νατρίου, ανοίγουν οι διάυλοι **καλίου**



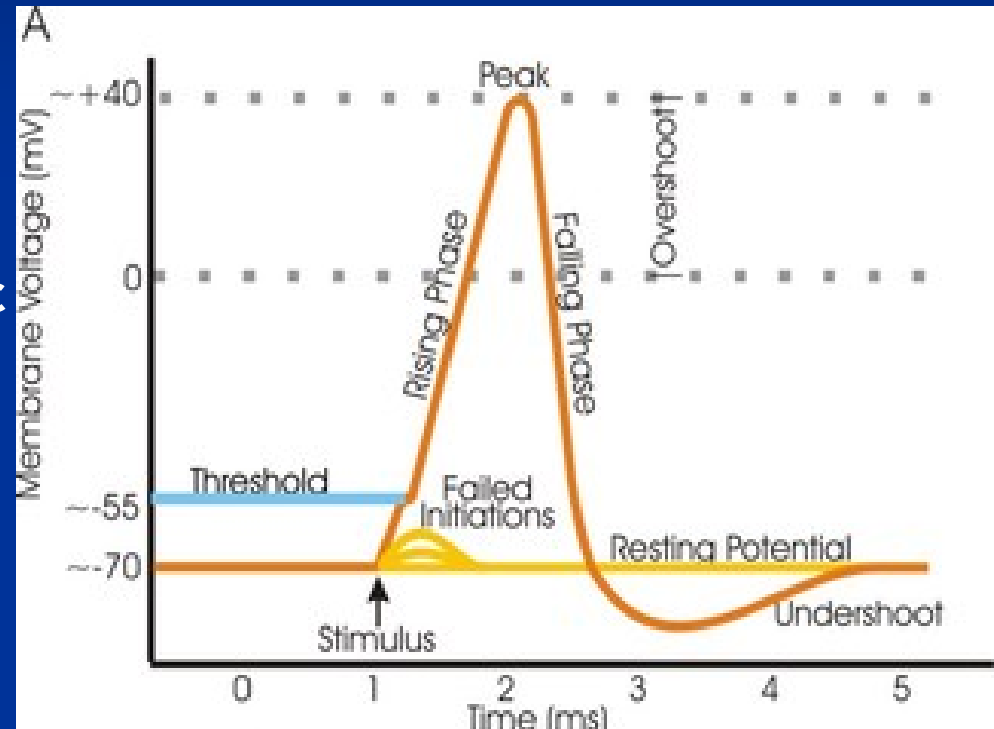
# Δυναμικό ενεργείας

Νόμος «όλον ή ουδέν»

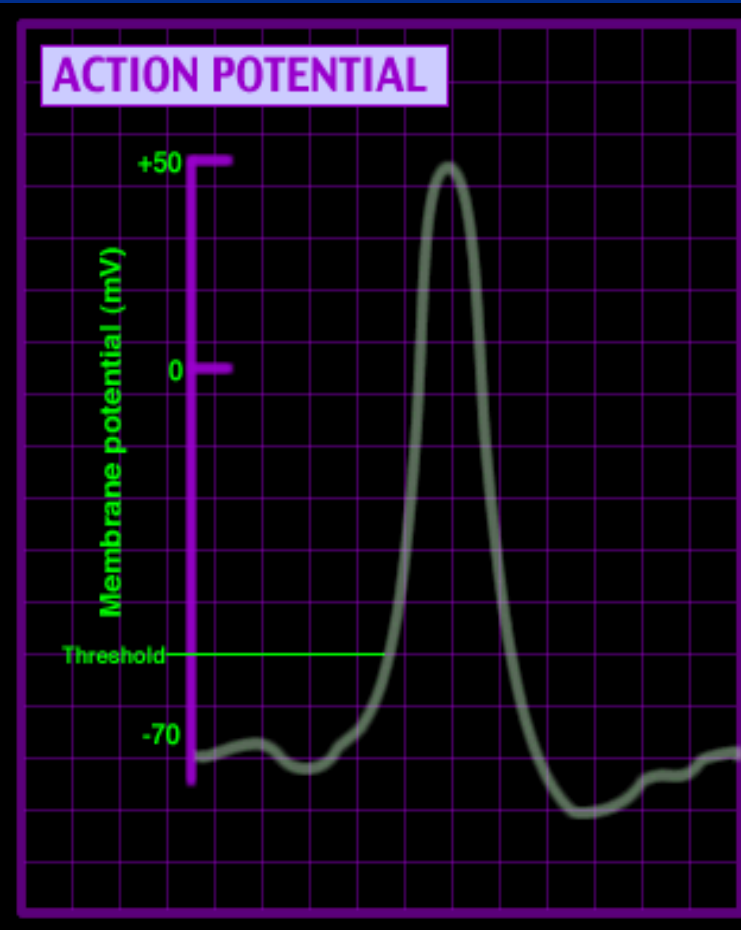
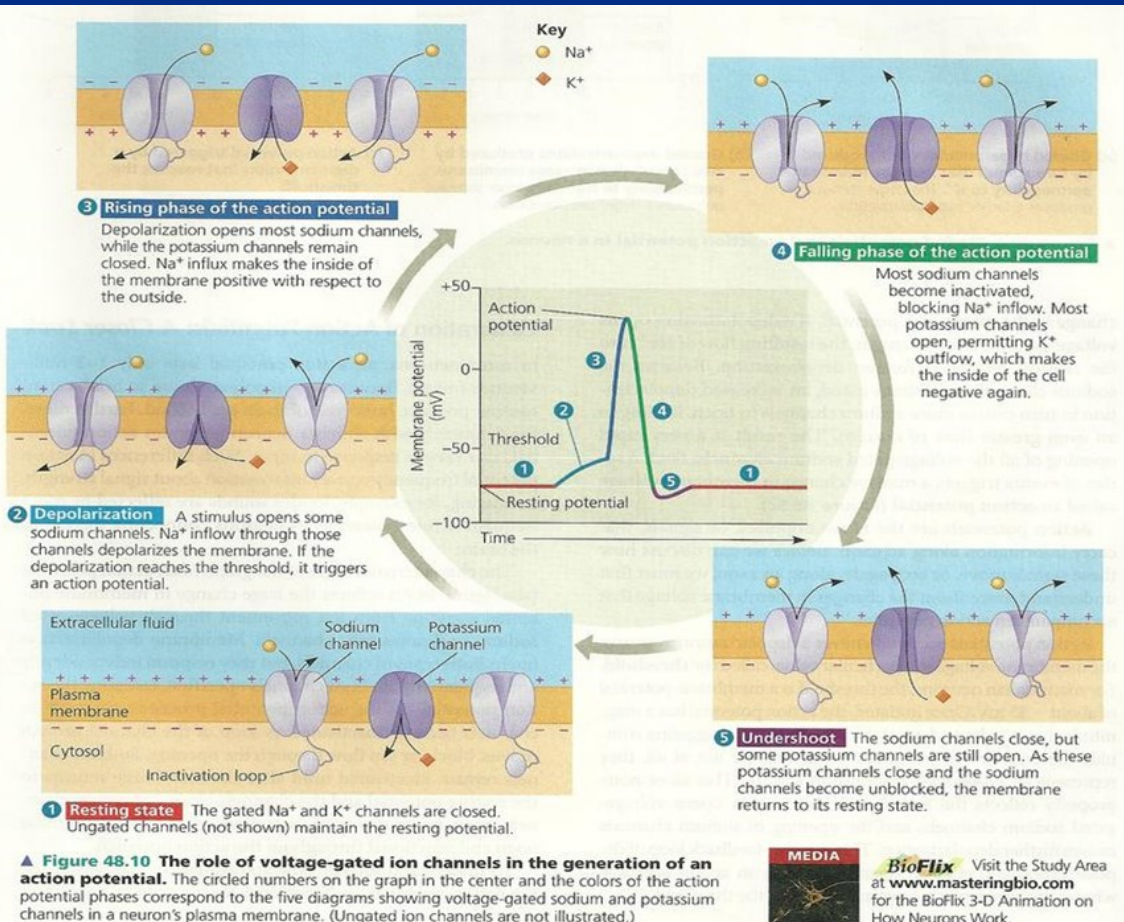
Από τη στιγμή που ένα δυναμικό δράσης ξεκινήσει από οποιοδήποτε σημείο της μεμβράνης της νευρικής ίνας,

-Η εκπόλωση επεκτείνεται σε **όλη** την μεμβράνη αν οι συνθήκες το επιτρέπουν

-Η **καθόλου** αν οι συνθήκες δεν το επιτρέπουν



# Δυναμικό ενέργειας



**MEDIA**  
**BioFlix** Visit the Study Area at [www.masteringbio.com](http://www.masteringbio.com) for the BioFlix 3-D Animation on How Neurons Work.

# Αγωγή της νευρικής ώσης

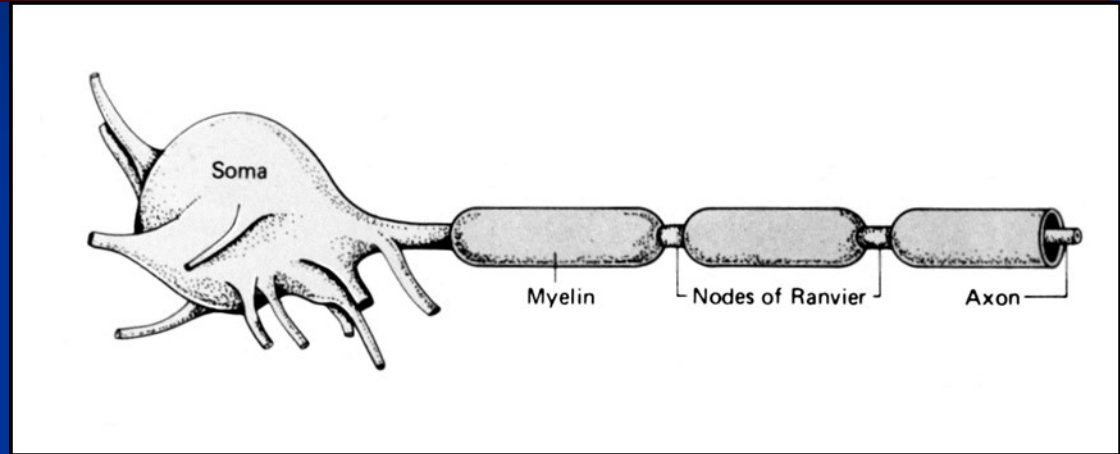
Ελυτρο **μυελίνης**

Περισφίξεις **Ranvier**

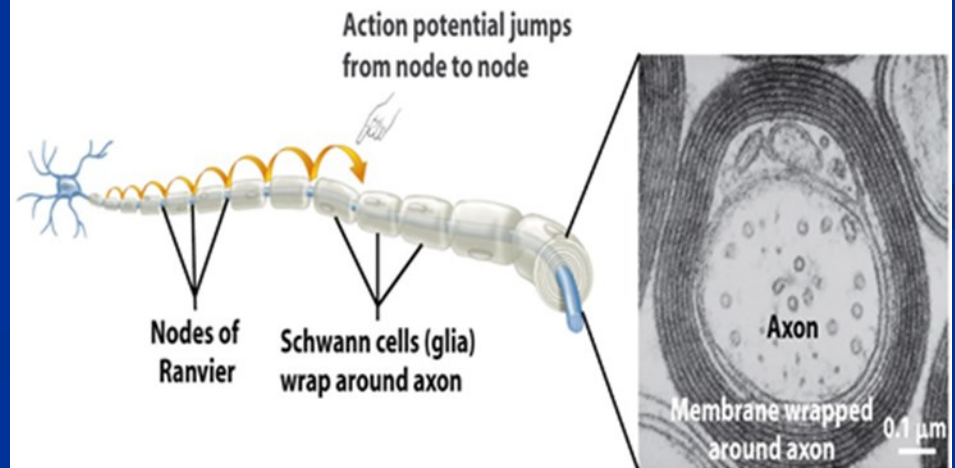
-Μονωτικές ιδιότητες

-αγωγιμότητα

Η ταχύτητα αγωγής είναι μεγαλύτερη στις εμμύελες νευρικές ίνες και σε ίνες με μεγάλη διάμετρο



## Action potentials jump down axon.



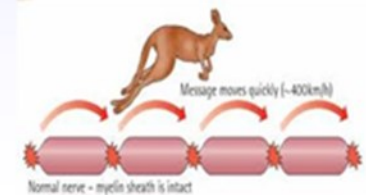


# Αγωγή της νευρικής ώσης

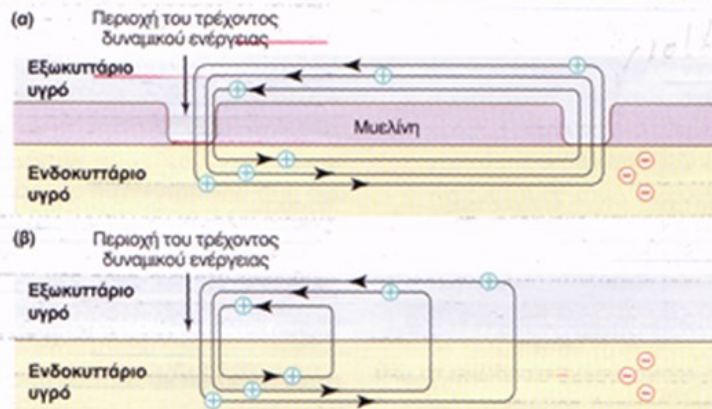
Ταχύτητα αγωγής : Συνεχή  
Αλματώδη } 0,5msec – 120msec

Παράγοντες : Εμύελες Αλματώδης μετάδοση  
Αμμύελες  
Διάμετρο

Θερμοκρασία : θερμό ↑ ταχύτητας αγωγής  
ψυχρό ↓ ταχύτητας αγωγής



## Ταχύτητα αγωγής



(HMA 8-22

μικρογρούμενο ρεύμα κατά τη διάρκεια ενός δυναμικού ενέργειας σε: (α) έναν εμμύελο άξονα και (β) έναν αμύελο άξονα.

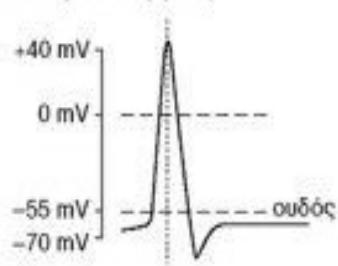
A) Ασυνεχής (αλματώδης) μετάδοση δυναμικού δράσης:

λιγότερη ενέργεια και ταχύτερη μετάδοση

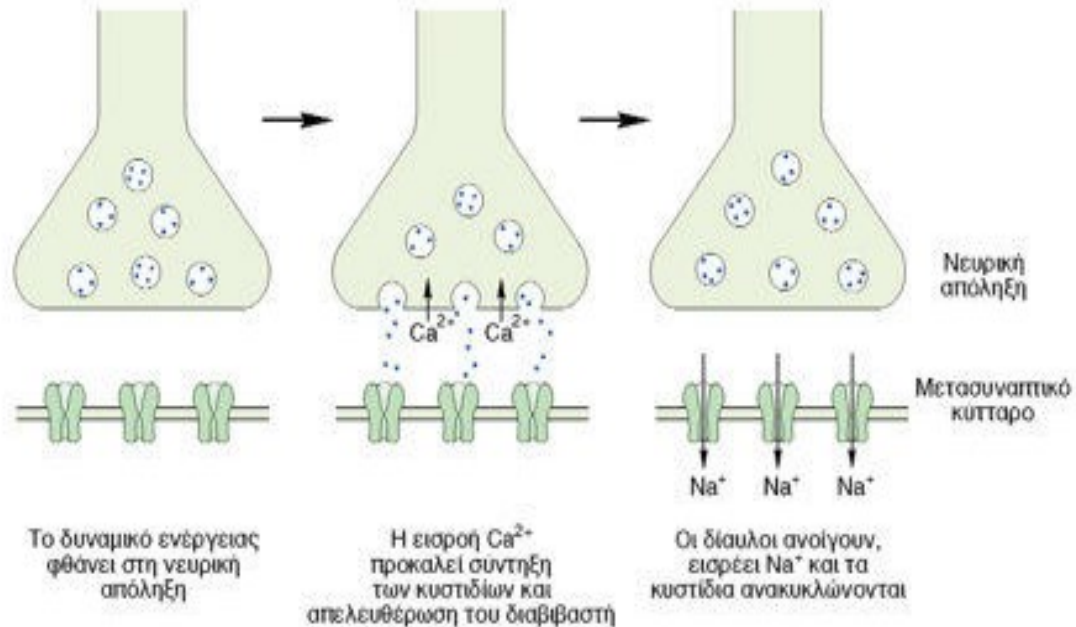
B) Συνεχής μετάδοση: τοπικά ρεύματα απο τη διακίνηση ηλεκτρικών φορτίων ανάμεσα στην εκτολωμένη περιοχή της διέγερσης και της γειτονικές πολωμένες περιοχές της μεμβράνης

# Χημική σύναψη

Προσυναπτικό  
δυναμικό ενέργειας

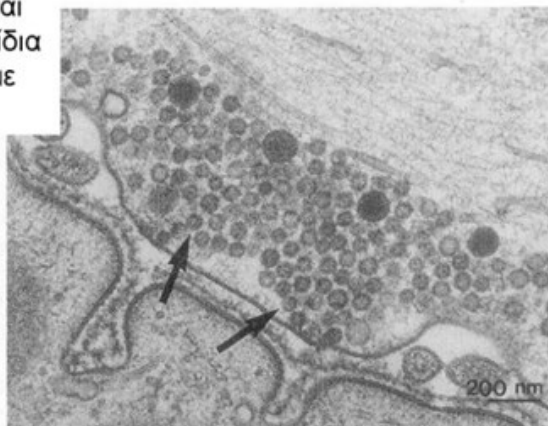


Διεγερτικό  
μεταυναπτικό  
δυναμικό



# Χημική σύναψη-Συναπτική σχισμή

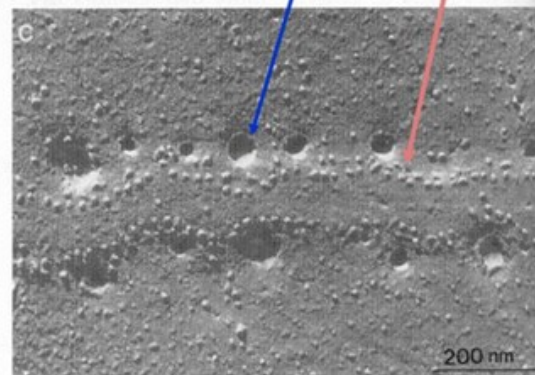
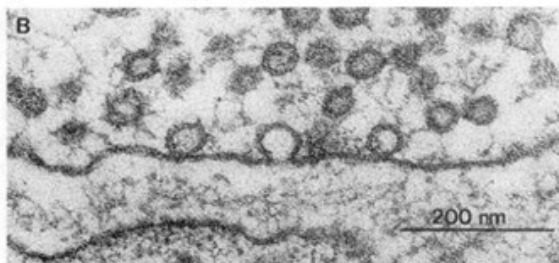
Οι νευροδιαβιβαστές είναι συσκευασμένοι σε κυστίδια και απελευθερώνονται με εξωκυττάρωση

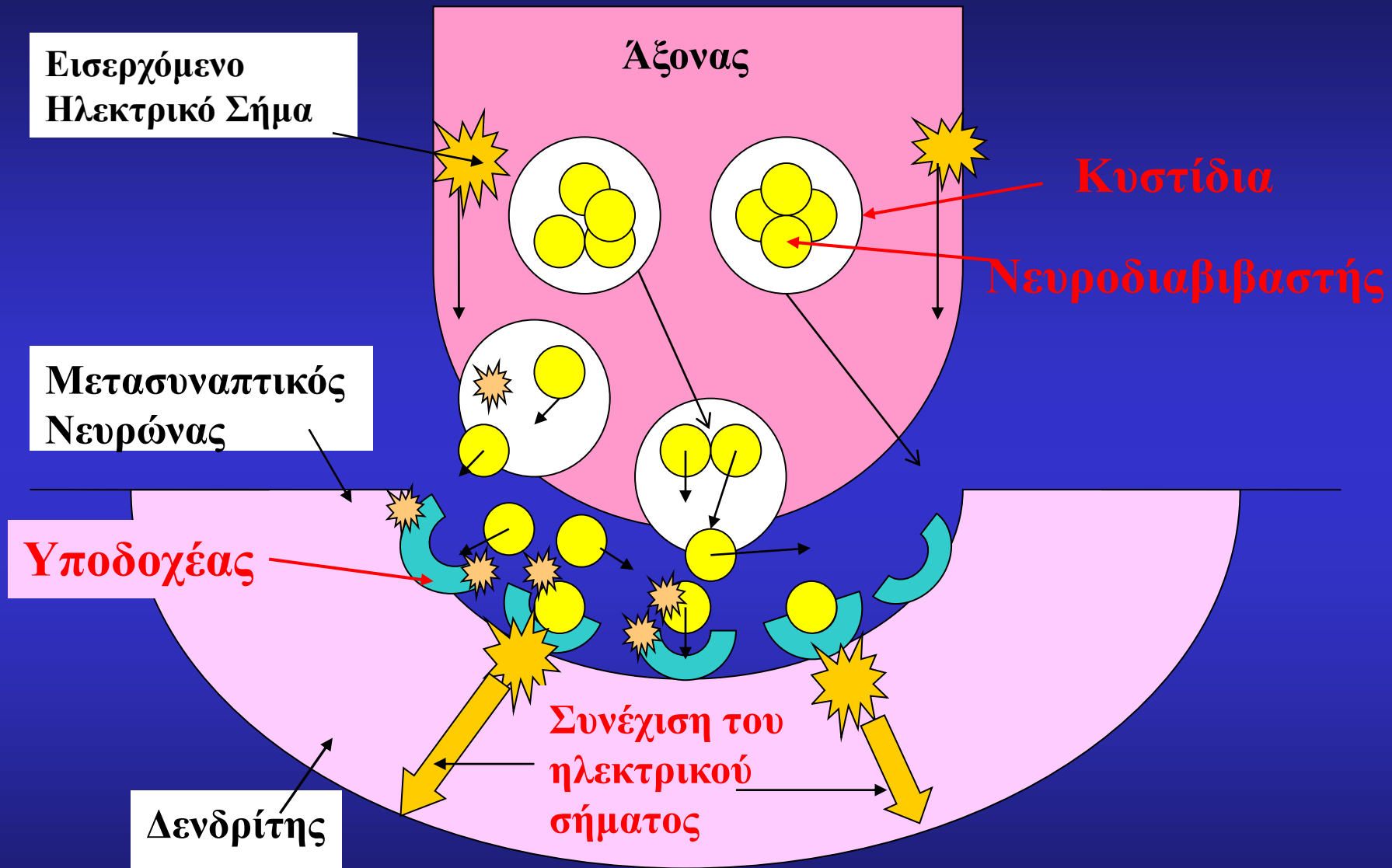


Κανάλια ασβεστίου

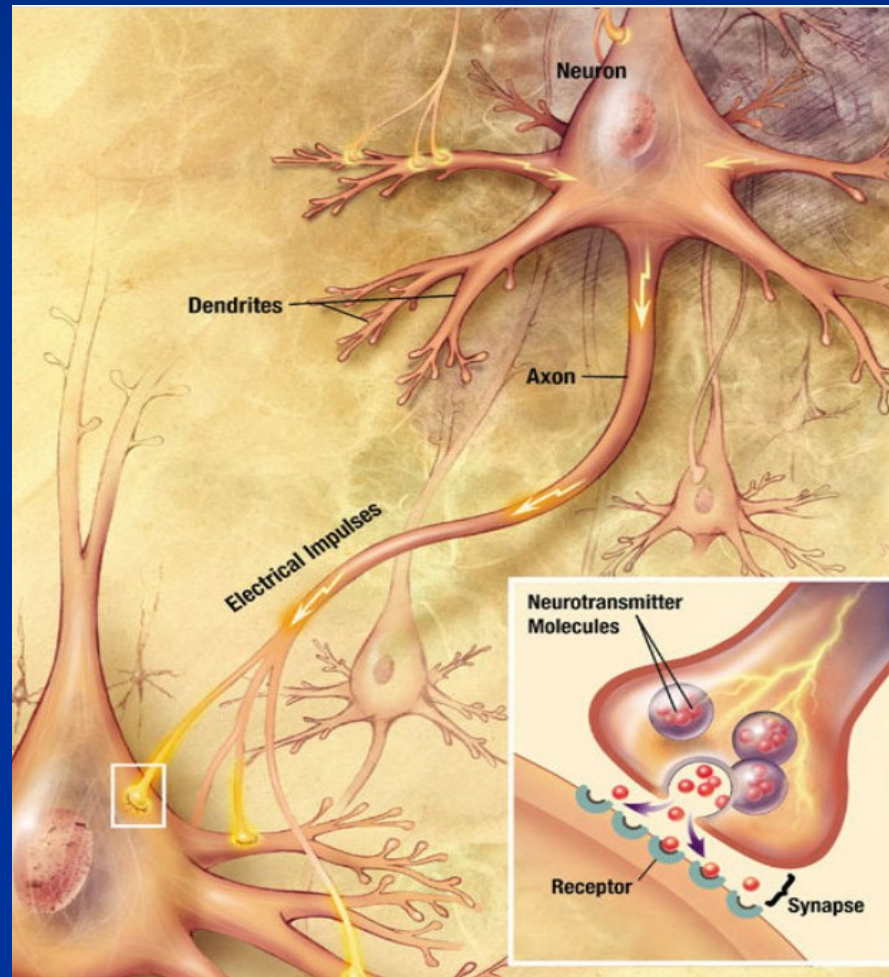
Κυστίδιο

Η εκπόλωση προκαλεί σύντηξη κυστιδίων με την προσυναπτική μεμβράνη

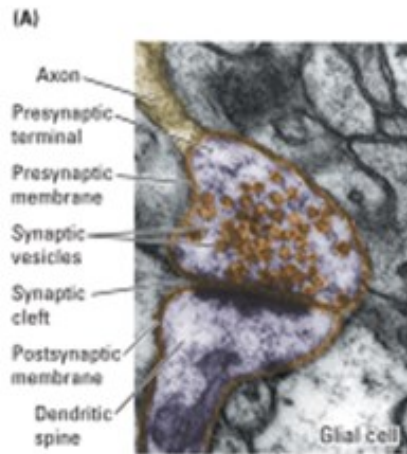




# Χημική σύναψη-Συναπτική σχισμή



# Συναπτική σχισμή



Availability of neurotransmitters at the synapse must be carefully regulated

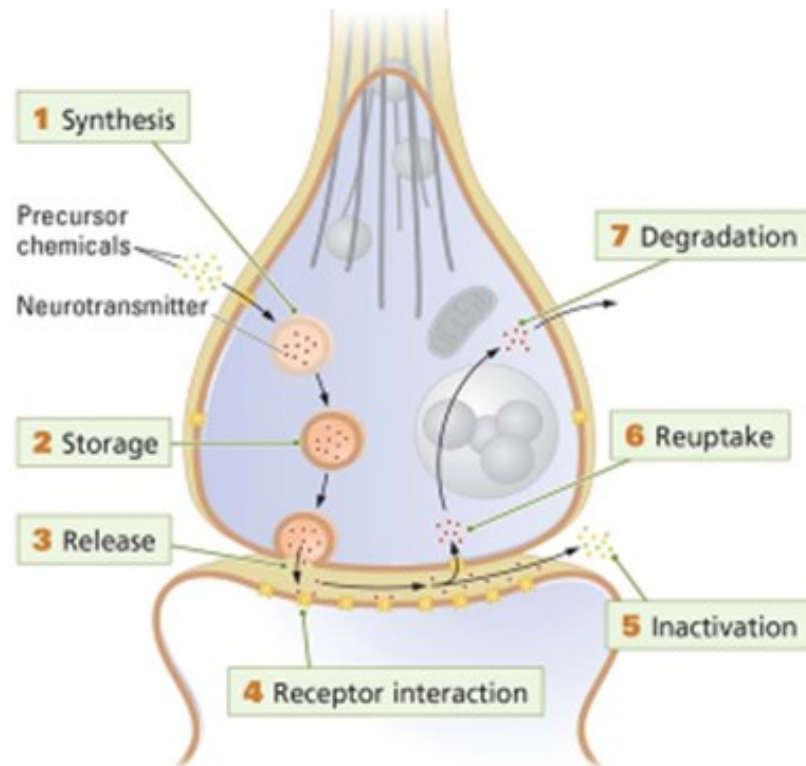


Figure 6.4  
Kolb/Whishaw/Teskey, *Intro to Brain & Behavior*, 5e. © 2016 Worth Publishers

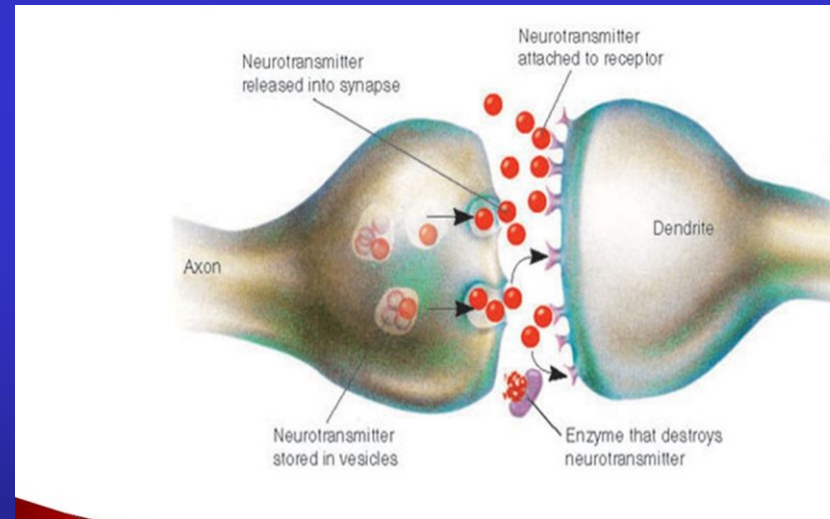
# Κριτήρια νευροδιαβιβαστή

1) Να **συντίθεται** στον προσυναπτικό νευρώνα

2) Να εντοπίζεται στο προσυναπτικό άκρο του νευρώνα και να απελευθερώνεται σε **επαρκείς ποσότητες**, για την άσκηση καθορισμένης δράσης στον μετασυναπτικό νευρώνα

3) Όταν χορηγείται **εξωγενώς** να μιμείται την δράση του νευροδιαβιβαστή

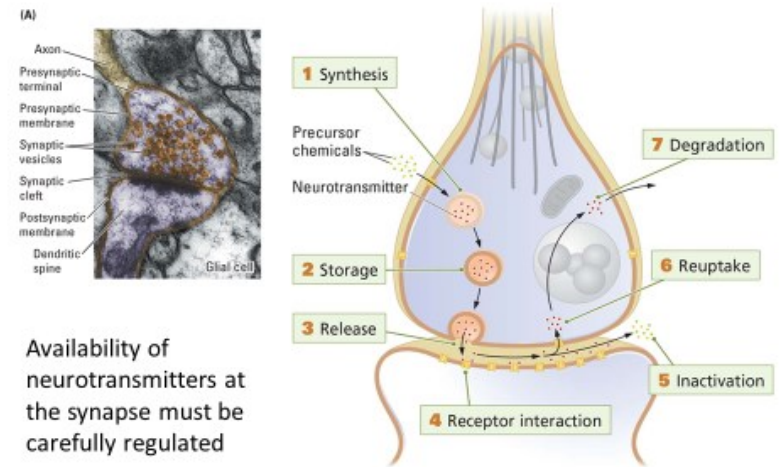
4) Να υπάρχει μηχανισμός **απομάκρυνσης\*** του νευροδιαβιβαστή από την συναπτική σχισμή



# Κλασσικοί νευροδιαβιβαστές

- **Συντίθενται** στον προσυναπτικό νευρώνα
- **Αποθηκεύονται** σε συναπτικά κυστίδια
- **Απελευθερώνονται** προς τη σύναψη από τα κυστίδια σε απάντηση της εκπόλωσης της μεμβράνης
- **Προσδένονται** σε ένα μετασυναπτικό υποδοχέα
- Προκαλούν μια **απάντηση** από τον μετασυναπτικό νευρώνα (**εκπόλωση ή υπερπόλωση**)
- **Απομακρύνονται** ταχέως από τη σύναψη (**διάχυση, ενεργητική επαναπρόσληψη, απενεργοποίηση**)

## Νευροδιαβίβαση



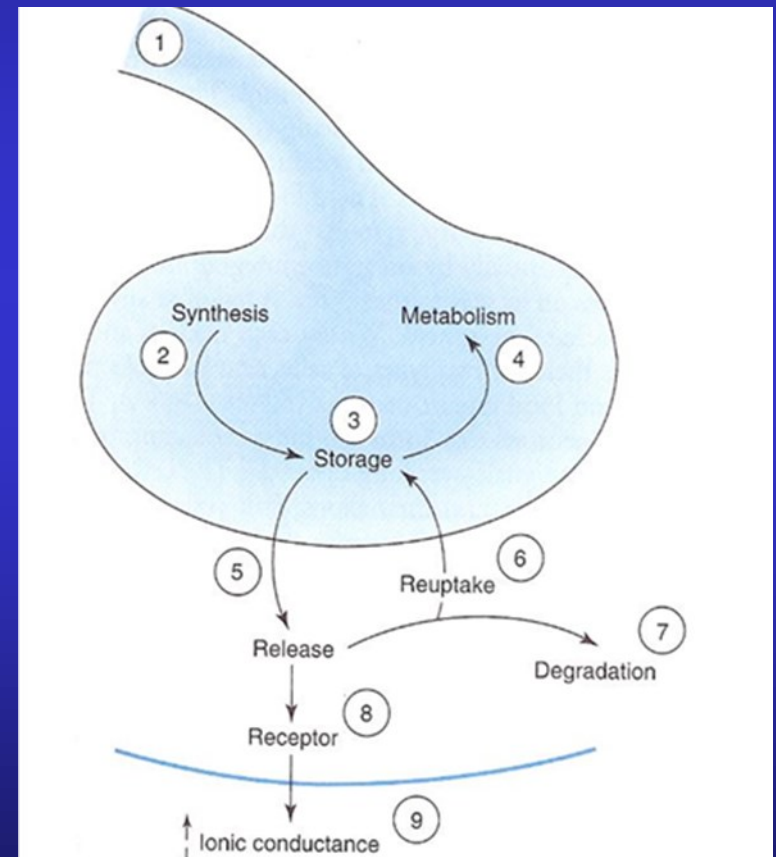
Availability of neurotransmitters at the synapse must be carefully regulated

Figure 6.4 Kolb/Whishaw/Teskey, *Intro to Brain & Behavior*, 5e, © 2016 Worth Publishers



# Θέσεις δράσεις των φαρμάκων

- Υποδοχείς (μετασυναπτικά, προσυναπτικά)
- Διαδικασία σύνθεσης
- Διαδικασία αποδόμησης και μεταβολισμού
- Διαδικασία απελευθέρωσης(έκλυσης)
- Ενδοκυττάριο καταρράκτη αντιδράσεων



Νευροδιαβιβαστής	Κύριες Λειτουργίες	Αύξηση	Μείωση
Serotonin	Mood regulation, hunger, sleep, problems with anger control, sexual desire, decreased anxiety		Depression, obsessive-compulsive disorder, and suicide, irrational
Dopamine	Motor movement and alertness/ attention, good feelings, aggression, thinking, planning	Schizophrenia, lack of remorse, inability to feel love or affection	Parkinson's disease
Endorphins	Pain control, stress reduction, feelings of pleasure, "natural opiates"	Potentially involved in addiction	Sense of inadequacy, inability to combat pain
Acetylcholine ACh	Critical to motor movement, learning, and memory; has a part in scheduling REM (dream) sleep.	muscle disorders.	Alzheimer's
GABA (gamma-aminobutyric acid)	Brain's major inhibitory neurotransmitter, reduced anxiety, reduced insomnia	drowsiness and daytime sleepiness	Seizures, insomnia, anxiety disorder, epilepsy, racing thoughts
Norepinephrine	"Fight or Flight," controls alertness, arousal, elevates heart rate, circulation, respiration, and mood elevation	racing heart, manic, elevated blood pressure	Lack of energy, lack of drive, reduced focus on goals Depressed mood,
Glutamate	Brain's major excitatory neurotransmitter, creates links between neurons that form basis of learning, long-term memory	Lou Gehrig's disease Excitotoxicity Seizures	Concentration problems. Mental exhaustion

# Νευροδιαβιβαστές-Ταξινόμηση με βάση τη δομή τους

## • Αμίνες

- Ντοπαμίνη
- Νορεπινεφρίνη
- Επινεφρίνη
- Σεροτονίνη

## • Πεπτίδια

- Νευροπεπτίδιο Υ
- Σωματοστατίνη
- Αγγειοδραστικό εντερικό πεπτίδιο
- Ουσία P & K

## • Αμινοξέα

- Γλουταμικό
- GABA
- Ασπαρτικό
- Γλυκίνη

## • Άλλοι

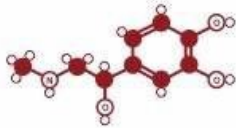

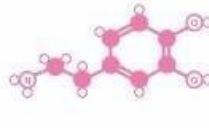




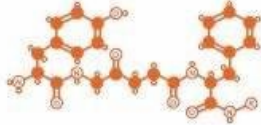
- Ακετυλοχολίνη
- Ισταμίνη

*Πίνακας 16-1* Μικρομοριακές ουσίες που λειτουργούν ως διαβιβαστές και ένζυμα-κλειδιά της βιοσύνθεσής τους.

<i>Διαβιβαστής</i>	<i>Ένζυμο</i>
<i>Ακετυλοχολίνη</i>	Χολινοακετυλοτρανσφεράση (ειδική)
<i>Βιογενείς αμίνες</i>	
Ντοπαμίνη	Υδροξυλάση της τυροσίνης (ειδική)
Νοραδρεναλίνη (νορεπινεφρίνη)	Υδροξυλάση της τυροσίνης και υδροξυλάση β της ντοπαμίνης (ειδική)
Αδρεναλίνη (επινεφρίνη)	Υδροξυλάση της τυροσίνης και υδροξυλάση β της ντοπαμίνης (ειδική)
Σεροτονίνη	Υδροξυλάση της θρυπτοφάνης (ειδική)
Ισταμίνη	Αποκαρβοξυλάση της ιστιδίνης (αβέβαιη εξειδίκευση)
<i>Αμινοξέα</i>	
γ-Αμινοβουτυρικό οξύ	Αποκαρβοξυλάση του γλουταμινικού οξέος (πιθανώς ειδική)
Γλυκίνη	Γενικός μεταβολισμός (ακαθόριστη ειδική οδός)
Γλουταμινικό οξύ	Γενικός μεταβολισμός (ακαθόριστη ειδική οδός)
<i>Τριφωσφορική αδενosίνη (ATP)</i>	ATP συνθετάσες

# Ταξινόμηση Νευροδιαβιβαστών ανάλογα με τη δράση τους

- Διεγερτικοί νευροδιαβιβαστές
  - Ακετυλοχολίνη, (νορ)επινεφρίνη, γλουταμικό, ασπαρτικό, ισταμίνη
- Ανασταλτικοί νευροδιαβιβαστές
  - Γλυκίνη, GABA
- Μικτοί
  - Ντοπαμίνη, Σεροτονίνη

<b>ADRENALINE</b>  Fight or flight neurotransmitter	<b>NORADRENALINE</b>  Concentration neurotransmitter	<b>DOPAMINE</b>  Pleasure neurotransmitter	<b>SEROTONIN</b>  Mood neurotransmitter
<b>GABA</b>  Calming neurotransmitter	<b>ACETYLCHOLINE</b>  Learning neurotransmitter	<b>GLUTAMATE</b>  Memory neurotransmitter	<b>ENDORPHINS</b>  Euphoria neurotransmitter

# Φυσιολογία Νευρικού Συστήματος

**ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

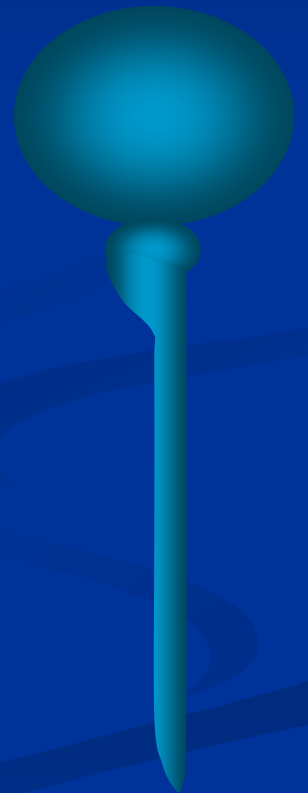
```
graph TD; A[ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ] --> B[ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ]; A --> C[ΚΕΝΤΡΙΚΟ]
```

**ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ**

**ΚΕΝΤΡΙΚΟ**

# ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Εγκέφαλος
- Νωτιαίος Μυελός



# ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ

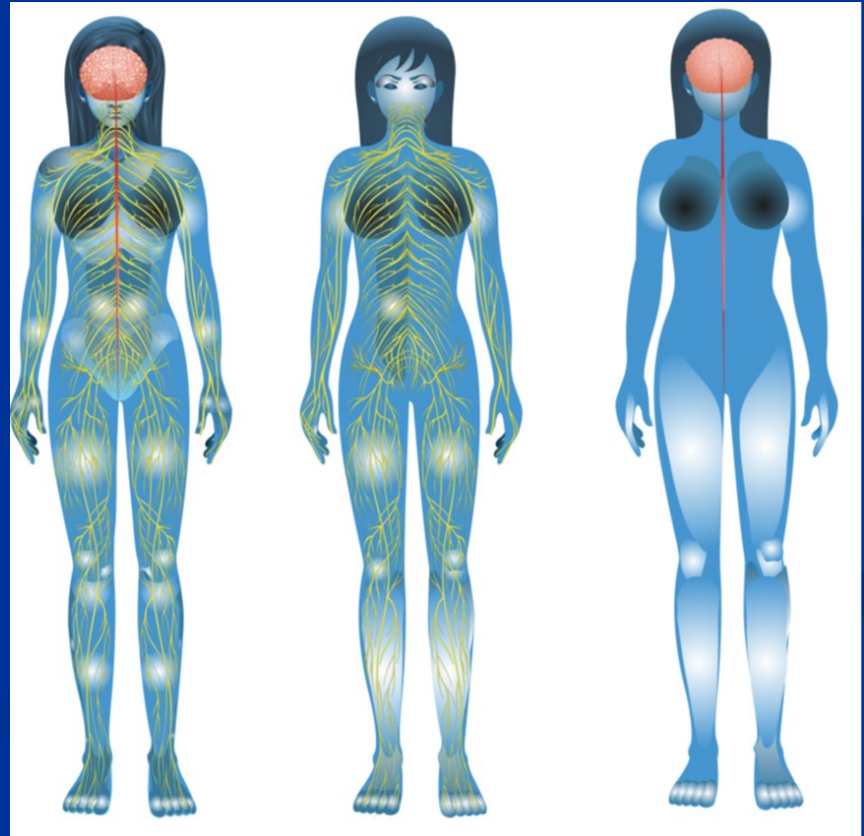
ΚΕΝΤΡΙΚΟ

ΑΠΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΠΡΟΣΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΑΥΤΟΝΟΜΟ

ΣΩΜΑΤΙΚΟ





# Nervous System

## Central Nervous System (CNS)

### Brain

Receives and processes sensory information, initiates responses, stores memories, generates thoughts and emotions

### Spinal cord

Conducts signals to and from the brain, controls reflex activities

## Peripheral Nervous System (PNS)

### Motor Neurons

CNS to muscles and glands

### Sensory Neurons

Sensory organs to CNS

### Somatic Nervous System

Controls voluntary movements

### Autonomic Nervous System

Controls involuntary responses

### Sympathetic Division

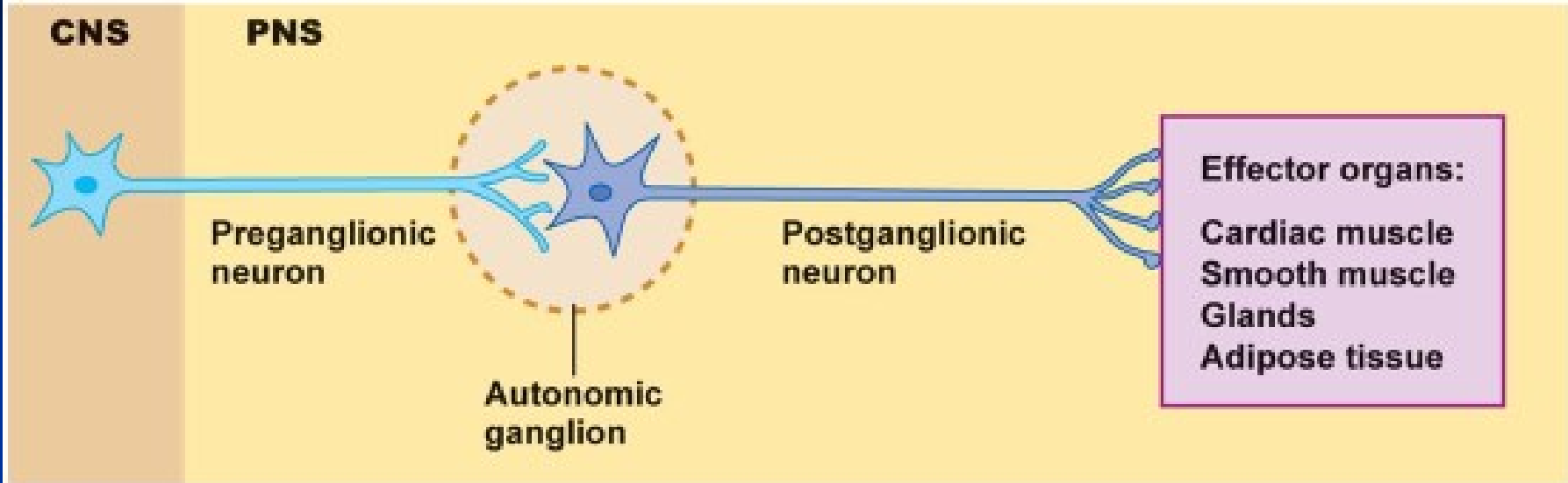
"Fight or Flight"

### Parasympathetic Division

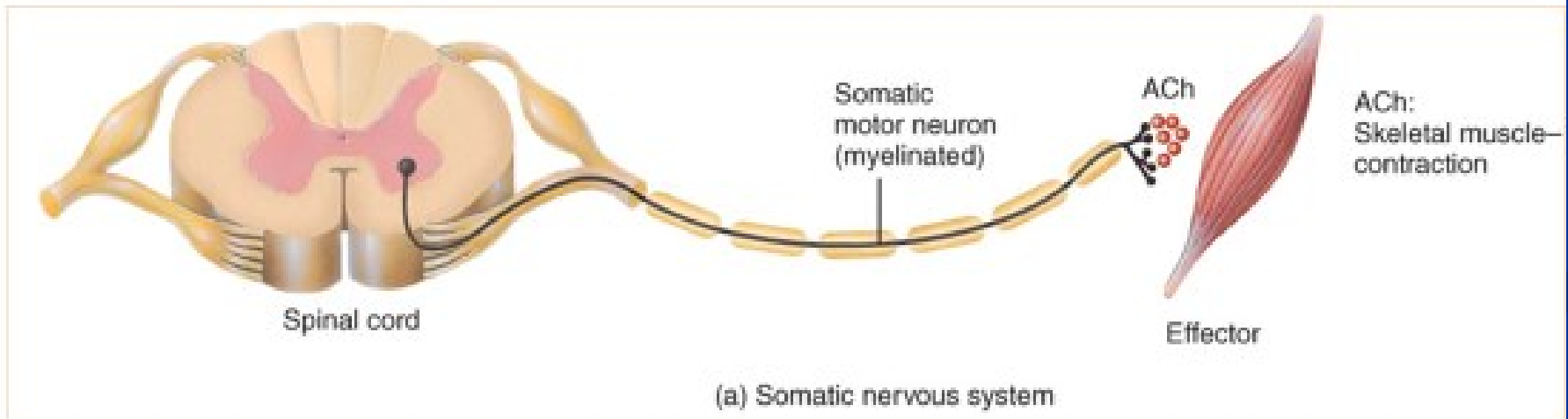
"Rest or Digest"

# Graphical representation of nervous system fibers

## (a) Autonomic NS



## (b) Somatic motor NS



# Αυτόνομο ΝΣ : Απαγωγός Νευρώνας

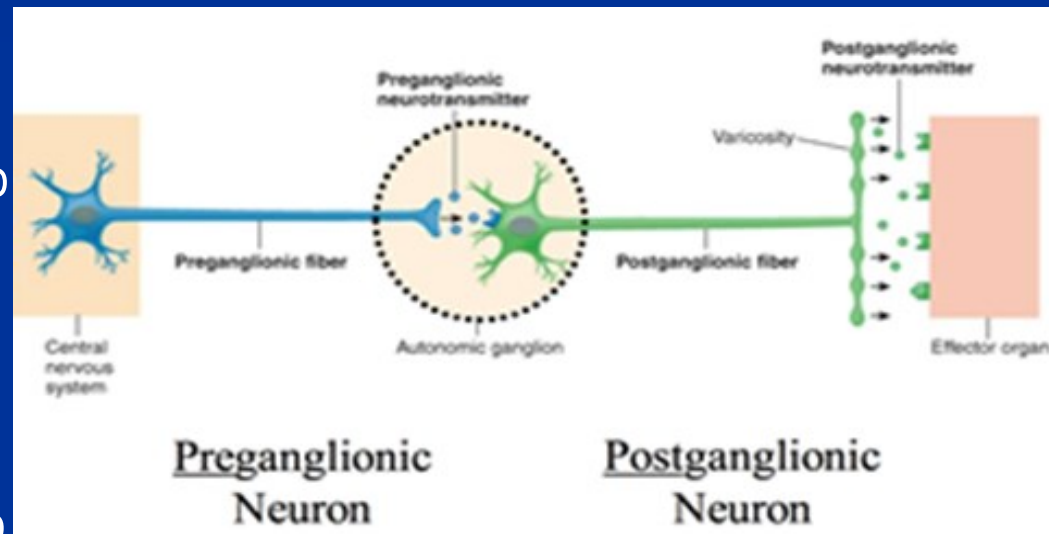
Μεταφέρει νευρικές ώσεις από το ΚΝΣ προς τα εκτελεστικά όργανα μέσω δύο τύπων

1) Τους **προγαγγλιακούς** νευρώνες

- Από το εγκεφαλικό στέλεχος ή το νωτιαίο μυελό προς τα γάγγλια (σταθμοί αναμετάδοσης)-**ΕΜΜΥΕΛΕΣ**

2) Τους **μεταγαγγλιακούς** νευρώνες

- Από το γάγγλιο προς το εκτελεστικό όργανο (λείοι μύες σπλάχνων, μυοκάρδιο, εξωκρινείς αδένες)-**ΑΜΥΕΛΕΣ**



# Αυτόνομο ΝΣ : Προσαγωγός Νευρώνας

- Ρυθμίζουν αντανακλαστικώς το αυτόνομο
- Ειδοποιούν το ΚΝΣ μέσω των αισθήσεων να ρυθμίσει την αντίδραση του απαγωγού σκέλους του

# ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ

ΑΠΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΠΡΟΣΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΑΥΤΟΝΟΜΟ

ΣΩΜΑΤΙΚΟ

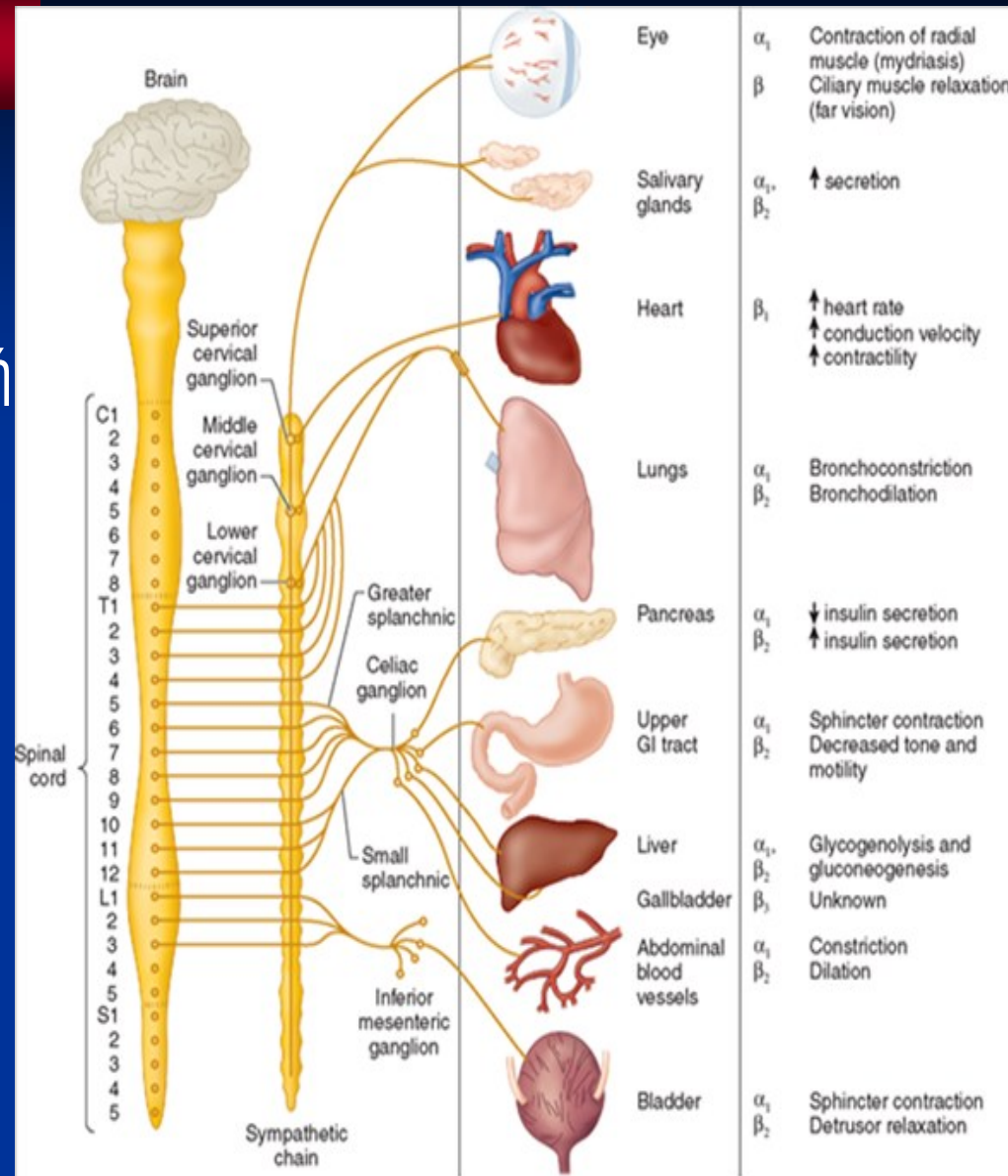
ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ

ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ



# Συμπαθητικός Νευρώνας

- Προγαγγλιακούς νευρώνες από τη θωρακική και οσφυϊκή μοίρα
- Σχηματίζουν συνάψεις παράλληλα του NM
- Μεταγαγγλιακούς νευρώνες που εκπορεύονται από τα γάγγλια προς τα όργανα



Source: Bittenworth JF, Mackey DC, Wasnick JD: Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology, 5th Edition: www.accessmedicine.com

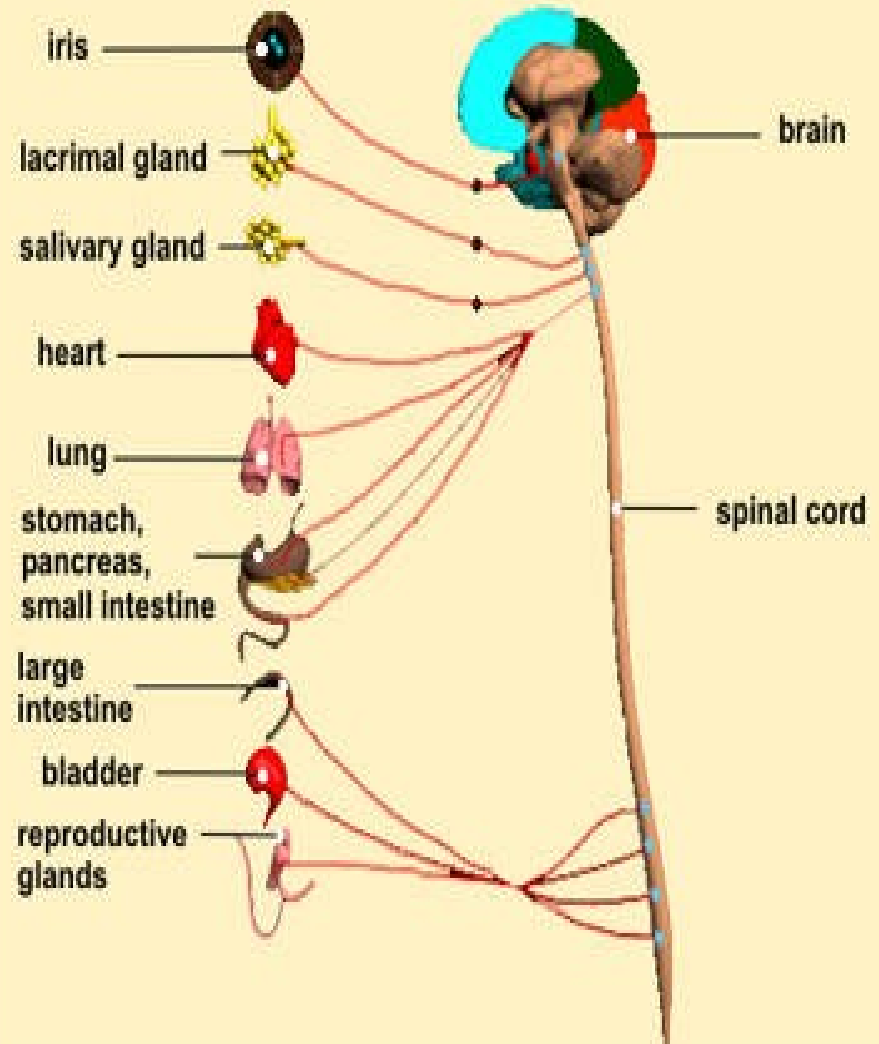
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

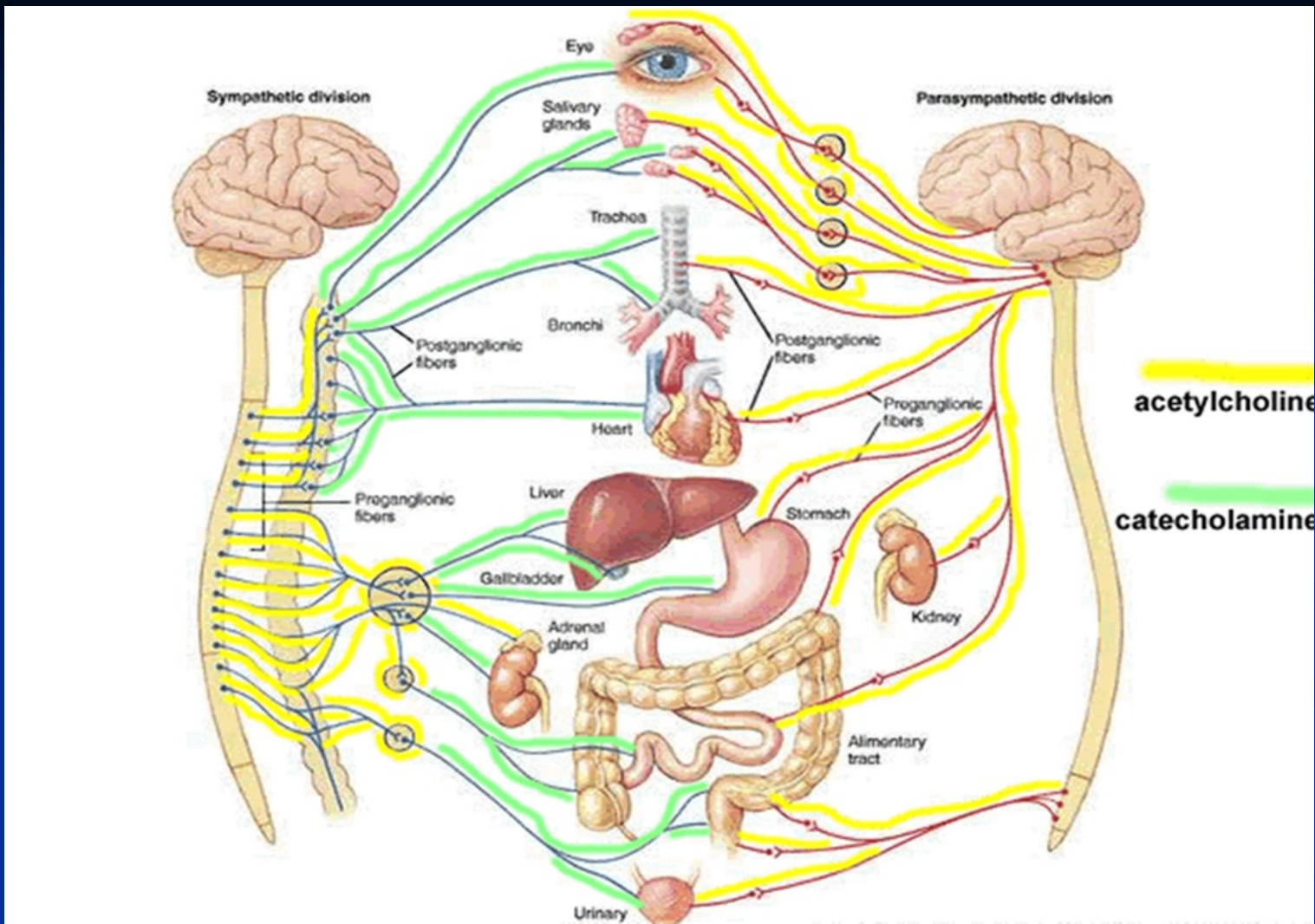
## Παρασυμπαθητικός Νευρώνας

- Παρασυμπαθητικό σύστημα με
  - Προγαγγλιακούς νευρώνες από την κρανιακή και ιερή μοίρα του ΝΜ
  - Σχηματίζει συνάψεις σε γάγγλια εγγύς ή επί των οργάνων
  - Μεταγαγγλιακούς νευρώνες όπως και του συμπαθητικού

Οι κεντρικές δομές του Παρασυμπαθητικού βρίσκονται στο ΣΤΕΛΕΧΟΣ και την ιερή μοίρα του Ν.Μ.. Το πνευμονογαστρικό είναι το σημαντικότερο νεύρο

## The Parasympathetic Nervous System





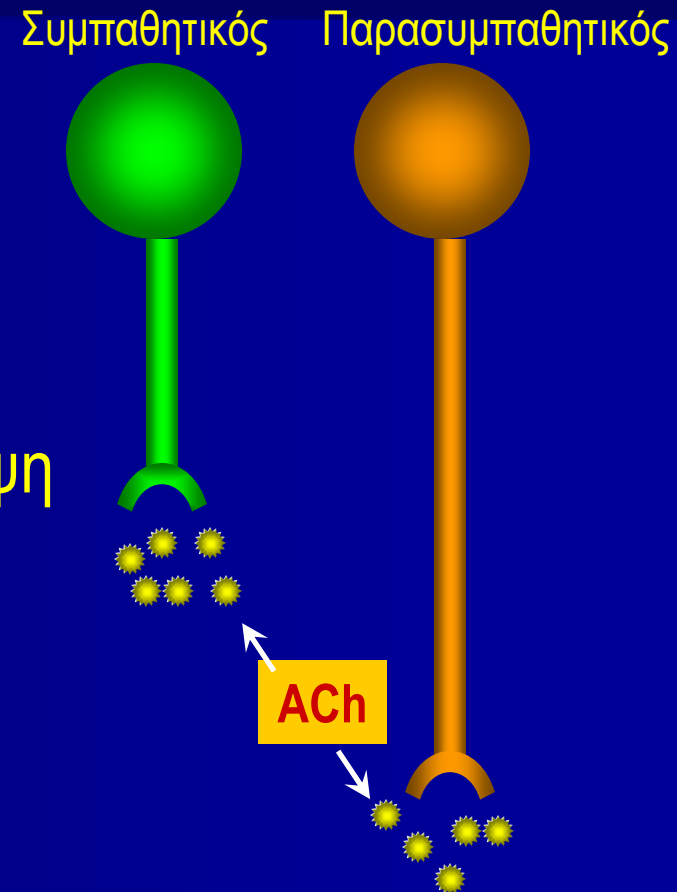
Στο ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ ο νευροδιαβιβαστής που εκκρίνεται στις προγαγγλιακές και μεταγαγγλιακές νευρικές απολήξεις είναι η Ακετυλοχολίνη.

Στο ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ η ακετυλοχολίνη εκκρίνεται ΜΟΝΟ από τις προγαγγλιακές νευρικές απολήξεις ενώ οι μεταγαγγλιακές εκκρίνουν Κατεχολαμίνες (NE)



# Προγαγγλιακοί νευρώνες

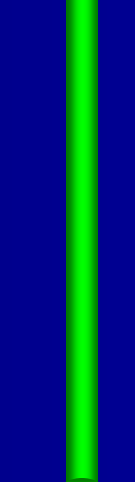
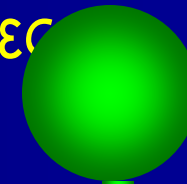
- Και οι δύο τύποι προγαγγλιακών νευρώνων απελευθερώνουν ακετυλοχολίνη
- Η Ακετυλοχολίνη ACh συμμετέχει και στη διαβίβαση στη νευρομυϊκή σύναψη (στους σκελετικούς μύες)



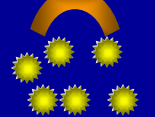
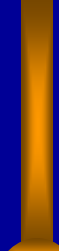
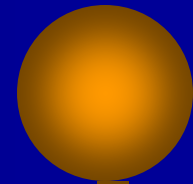
# Μεταγαγγλιακοί νευρώνες

- Οι συμπαθητικοί μεταγαγγλιακοί νευρώνες απελευθερώνουν νορεπινεφρίνη
- Οι παρασυμπαθητικοί απελευθερώνουν ακετυλοχολίνη
- Η νορεπινεφρίνη δεσμεύεται από τους αδρενεργικούς υποδοχείς
- Η ακετυλοχολίνη δεσμεύεται από τους μουσκαρινικούς υποδοχείς

Συμπαθητικός

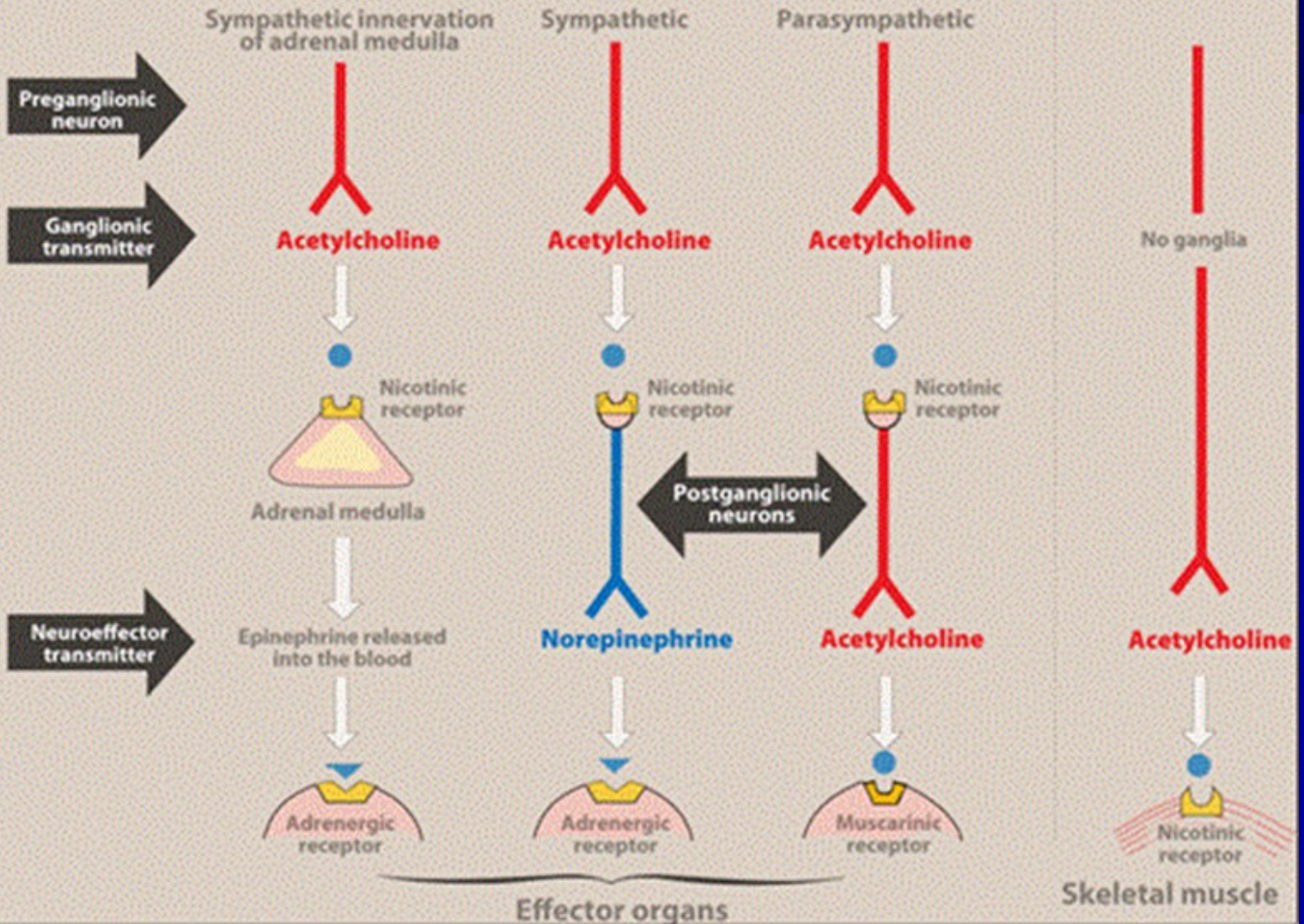


Παρασυμπαθητικός



# AUTONOMIC

# SOMATIC



# Διπλή Νεύρωση

- Τα περισσότερα όργανα δέχονται συμπαθητική και παρασυμπαθητική νεύρωση
- Συνήθως το ένα σύστημα υπερισχύει
- Μόνο συμπαθητική νεύρωση έχουν ορισμένα εκτελεστικά όργανα όπως ο μυελός των επινεφριδίων, ο νεφρός, οι ανελκτήρες των τριχών

Πίνακας 1. Επιδράσεις του αυτόνομου νευρικού συστήματος στα διάφορα όργανα

Όργανο	Παρασυμπαθητικό Σύστημα			
	Δράση	Τύπος υποδοχέα	Δράση	Τύπος υποδοχέα
Καρδιά Φλεβόκομβος Ινότροπη Κολποκοιλιακός κόμβος	Ταχυκαρδία Θετική Αύξηση ταχύτητας διάδοσης	$\beta_1$ $\beta_1$ $\beta_1$	Βραδυκαρδία Δεν επιδρά Κολποκοιλιακός αποκλεισμός	Μουσκαρινικός  Μουσκαρινικός
Κυκλοφορικό σύστημα Αρτηρίδια Φλέβες	Αγγειοσυστολή Φλεβοσυστολή	$\alpha$ $\alpha$	Δεν επιδρά Δεν επιδρά	
Γαστρεντερικό σύστημα Λιείς μυϊκές ίνες Σφικτήρες Πάγκρεας	Ελάττωση της κινητικότητας Συστολή Ελάττωση εκκρίσεων	$\alpha_2, \beta_2$ $\alpha_2, \beta_2$ $\alpha$	Αύξηση κινητικότητας Χάλαση Αύξηση εκκρίσεων	Μουσκαρινικός Μουσκαρινικός Μουσκαρινικός
Ουροδόχος κύστη Τόνος σφικτήρα Τόνος τοχωμάτων	Αυξάνεται Ελαττώνεται	$\alpha$ $\beta_2$		
Πνεύμονες Λιείς μυϊκές ίνες βρόγχων	Βρογχοδιαστολή	$\beta_2$	Βρογχοσυστολή	Μουσκαρινικός
Νεφροί	Εκκριση ρενίνης	$\beta_2$		
Οφθαλμός Κόρη Ακτινωτός μυς οφθαλμού	Διαστολή Χάλαση	$\alpha$ $\beta$	Σύσφιξη Συστολή	Μουσκαρινικός

# Συμπαθητικό Σύστημα (I)

- Αντιδρά σε καταστάσεις stress (ψύχους, φόβου, τραυματισμού, άσκησης κτλ.)

<u>α. Διέγερση</u> :	Καρδιακός ρυθμός	αύξηση
	Αρτηριακή Πίεση	αύξηση
	Ενεργειακά αποθέματα	κινητοποίηση
	Αιματική Ροή	αύξηση
	Κόρη οφθαλμού	μυδρίαση
	Βρογχιόλια	διαστολή

# Συμπαθητικό Σύστημα (II)

β. Απάντηση : Fight Or Flight (μάχη ή φυγή)

Διέγερση εκτελεστικών οργάνων από τα συμπαθητικά νεύρα

Διέγερση απευθείας του μυελού των επινεφριδίων που δέχεται προγαγγλιακές ίνες από το συμπαθητικό σύστημα

**FIGHT or  
FLIGHT**



# Παρασυμπαθητικό Σύστημα

- Συντηρεί ζωτικές λειτουργίες του σώματος (όπως ή πέψη και η αποβολή υπολειμμάτων)
- Αντιμάχεται ή εξισορροπεί το συμπαθητικό
- Υπερισχύει σε καταστάσεις «πέψης και ανάπαυσης» (rest and digest)



INMAGINE™  
image

REST  
AND  
DIGEST

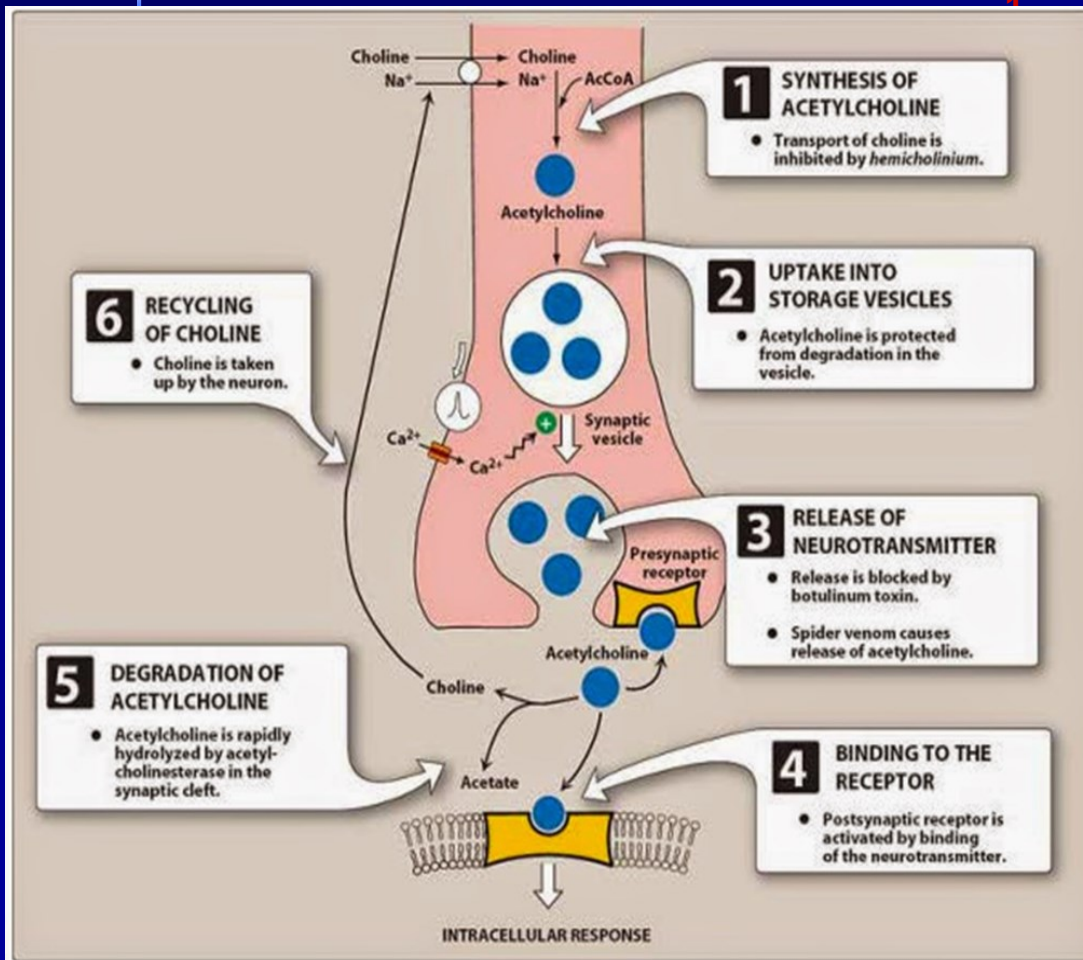


# ΑΝΣ

## ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ-ΑcH ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ-NE

- Βραδυκαρδία
  - Αγγειοδιαστολή
  - ↓ Α.Π (ΑΠ=ΚΛΟΑ\*ΡVΡ)
  - *Βρογχοσυστολή*
  - Αύξηση έκκρισης αδένων
  - Αύξηση περισταλτικών κινήσεων στο ΓΕΣ
  - Χαλάρωση σφικτήρων
  - ΜΥΣΗ κόρης
- Ταχυκαρδία
  - Αγγειοσυστολή
  - ↑ Α.Π
  - *Βρογχοδιαστολή*
  - Μείωση έκκρισης αδένων
  - Μείωση περισταλτικών κινήσεων ΓΕΣ
  - Συστολή σφικτήρων
  - ΜΥΔΡΙΑΣΗ

# Νευροδιαβίβαση-Χολινεργικός Νευρώνας



**Σύνθεση** της ακετυλοχολίνης: από χολίνη και ακετυλοσυνένζυμο Α μέσα στο κυτταρόπλασμα.

**Αποθήκευση** της ακετυλοχολίνης σε κυστίδια: αποθήκευση μέσω μιας διαδικασίας ενεργητικής μεταφοράς, συζευγμένη με την εκροή πρωτονίων.

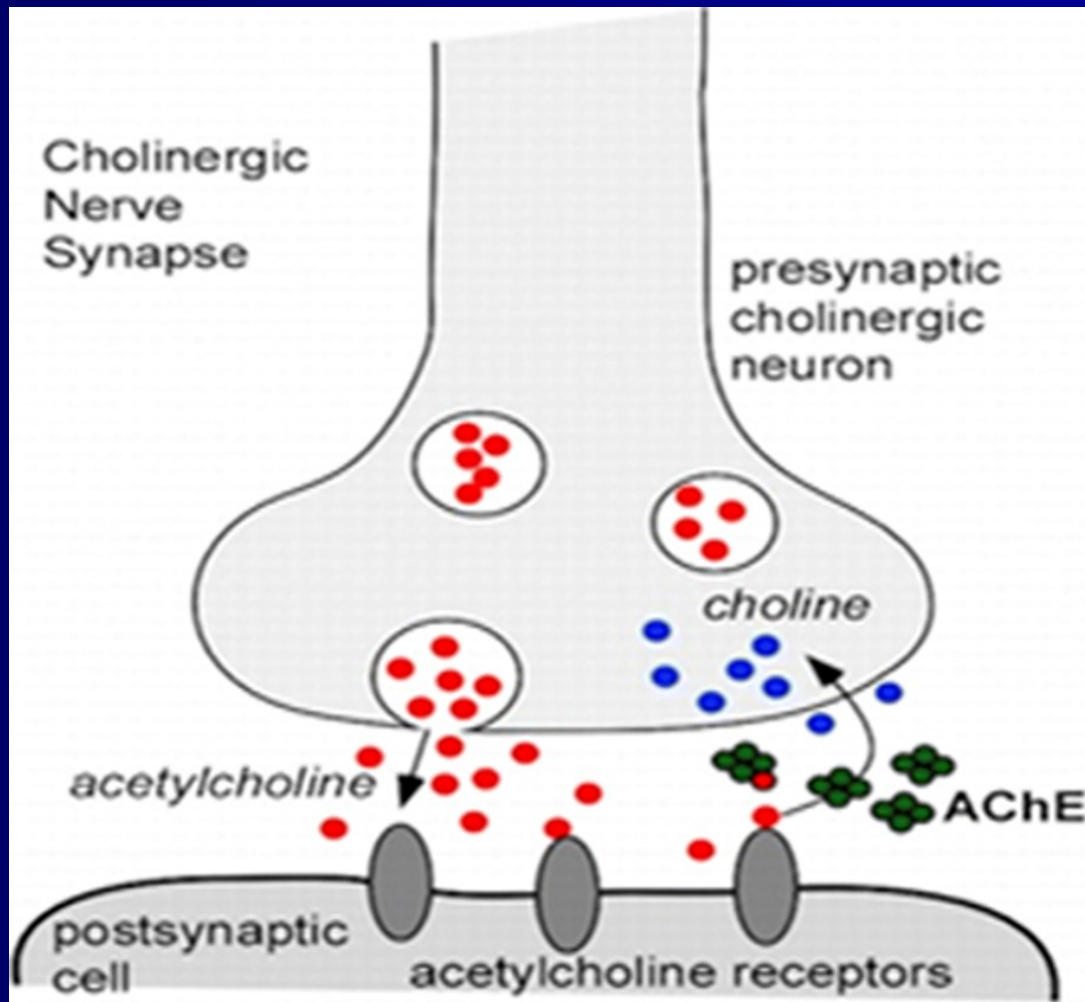
**Απελευθέρωση** της ακετυλοχολίνης: η οποία αναστέλλεται από την τοξίνη της αλλαντίασης. Το δηλητήριο της αράχνης 'μαύρη χήρα' προκαλεί απελευθέρωση ακετυλοχολίνης.

**Πρόσδεση** στον υποδοχέα: ενεργοποίηση του υποδοχέα από τη σύνδεση με τον νευροδιαβιβαστή.

**Αποδόμηση** της ακετυλοχολίνης: με τη δράση της **ακετυλοχολινεστεράσης**.

**Επαναπροσληψη** της χολίνης: από τον προσυναπτικό νευρώνα.

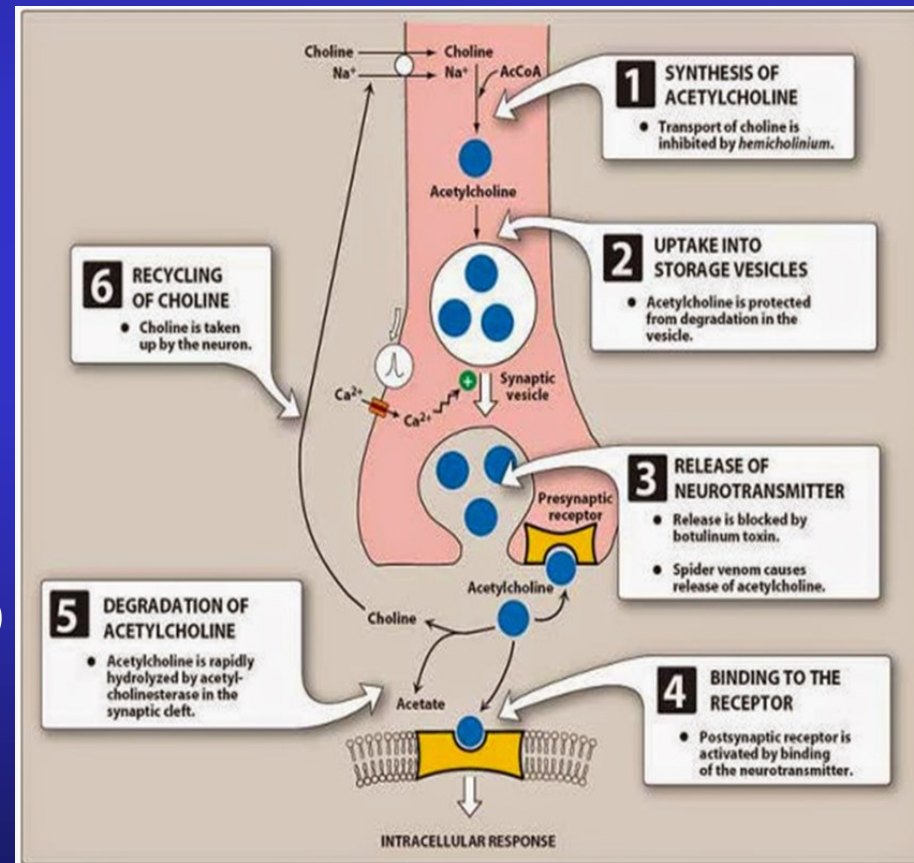
# Νευροδιαβίβαση-Χολινεργικός Νευρώνας



# Τα Φάρμακα επιδρούν στο ΑΝΣ...

Μεταβάλλοντας προσυναπτικά

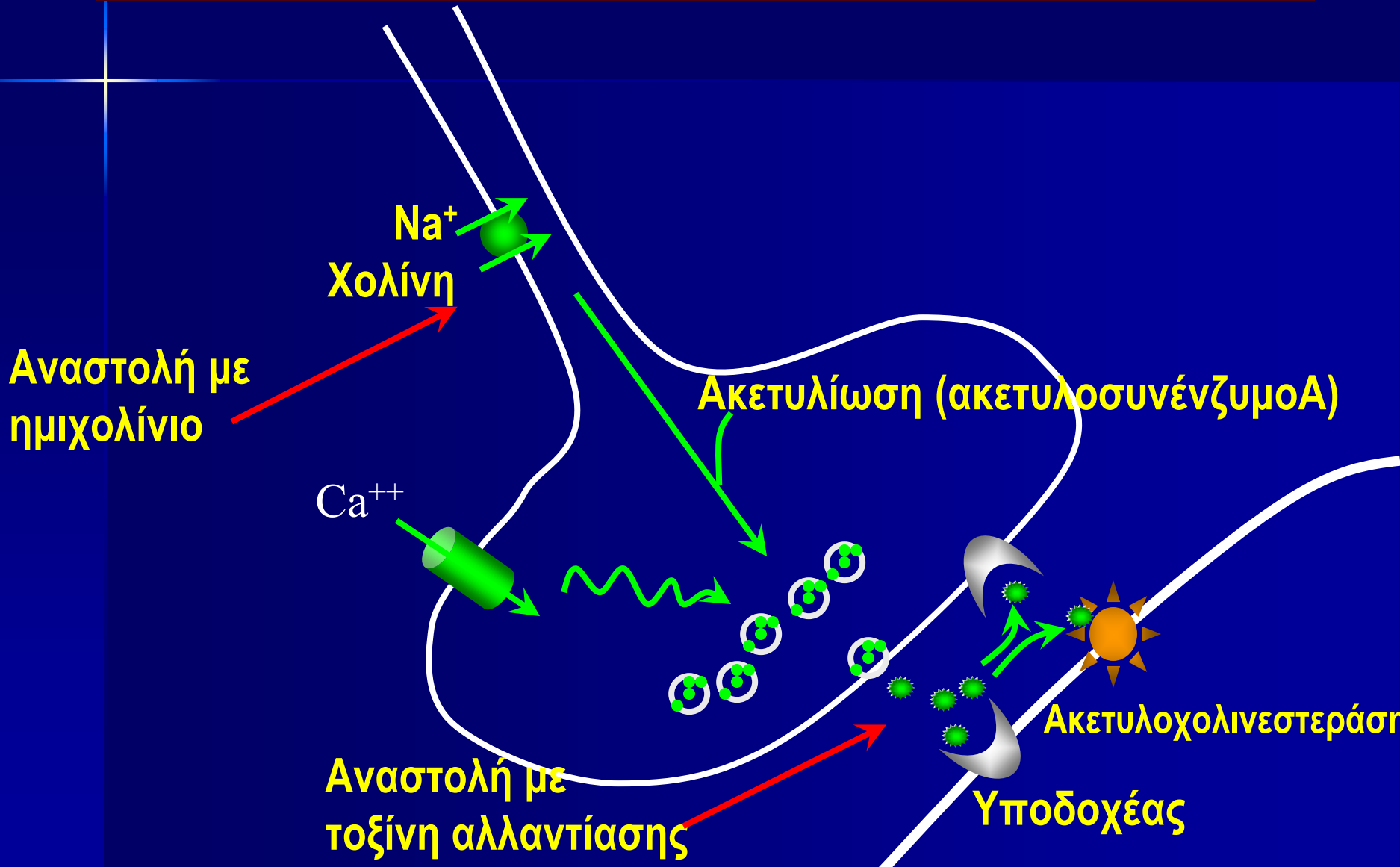
- Βιοσύνθεση ενός νευροδιαβιβαστή
- Αποθήκευση
- **Μεταβολισμό**
- Απελευθέρωση
- Την αλληλεπίδραση του νευροδιαβιβαστή με μετασυναπτικό **προσυναπτικό Υποδοχέα** (αναστολή επαναπροσληψης)



# Φάρμακα του ΑΝΣ

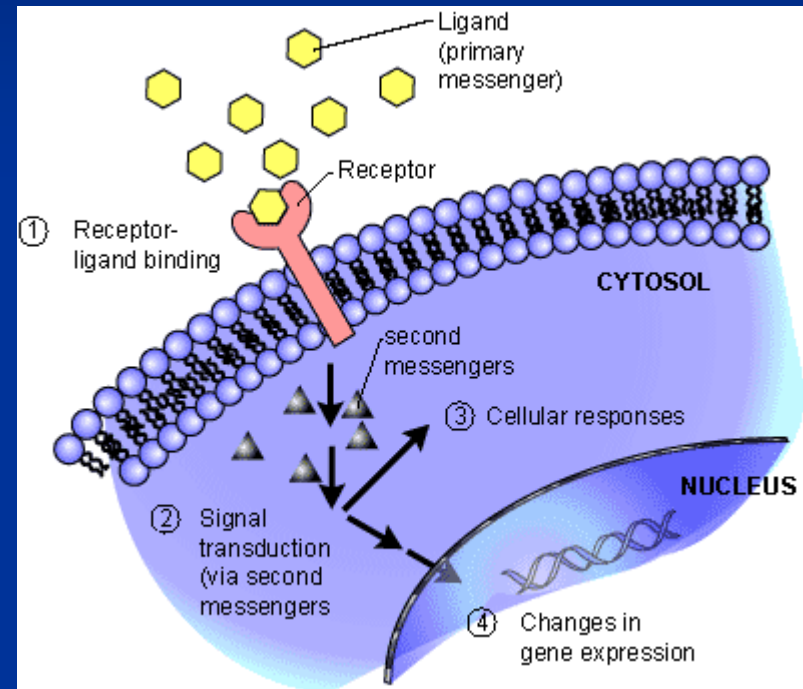
- Χωρίζονται σε δύο υποομάδες ανάλογα με τον τύπο του νευρώνα που εμπλέκεται στη δράση τους
- Τα χολινεργικά και τα αδρενεργικά φάρμακα
- Τα χολινεργικά χωρίζονται σε αγωνιστές και ανταγωνιστές

# Χολινεργικός Νευρώνας



# Υποδοχέας

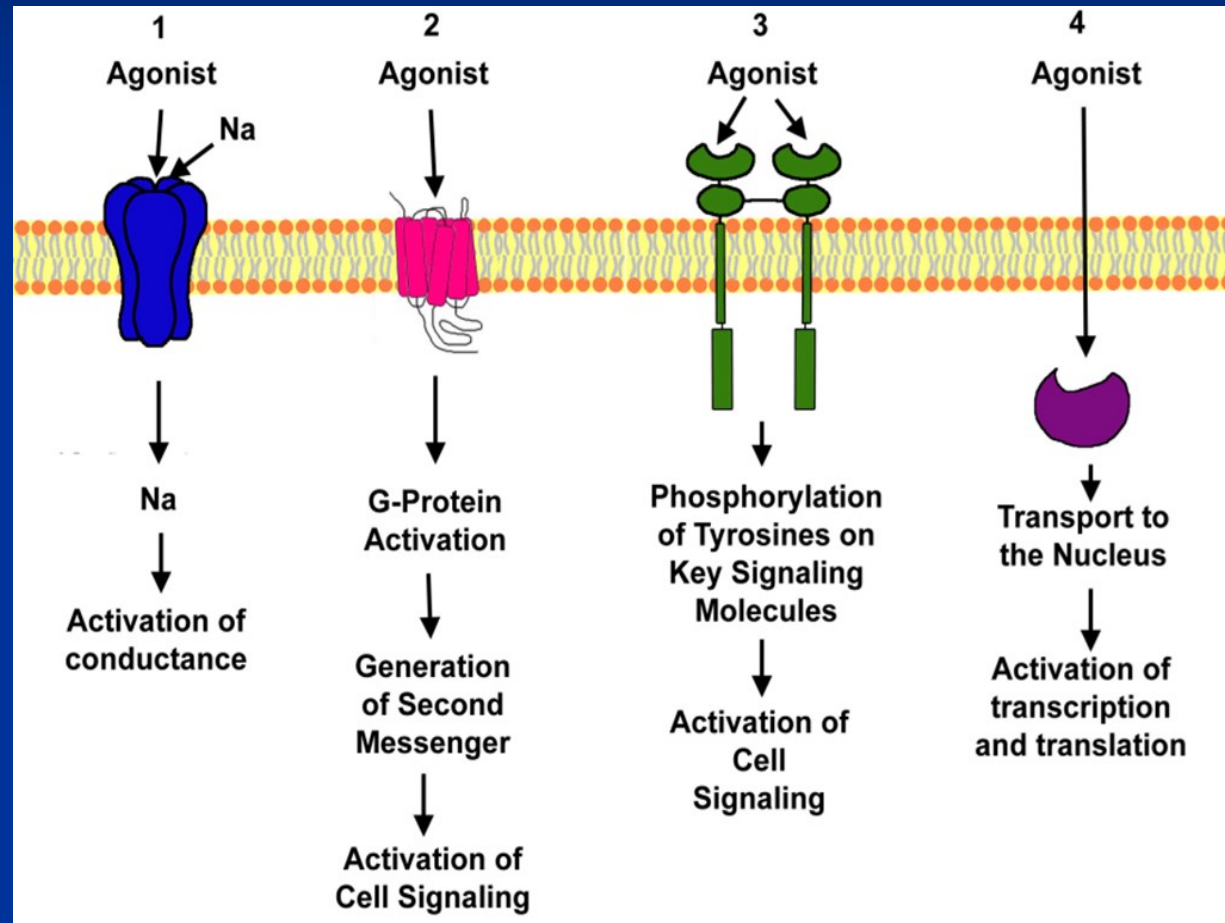
- Μία μακρομοριακή πρωτεΐνη στην επιφάνεια είτε στο εσωτερικό του κυττάρου
- Έχει σχεδιασθεί από τη φύση για να αλληλεπιδρά με ένα ενδογενές μόριο
- Μπορεί να αλληλεπιδράσει με ένα φάρμακο εάν έχει την ανάλογη χημική δομή και να προκαλέσει μία απάντηση
- Ligand(πρόσδεμα)-μόριο που συνδέεται με ένα άλλον μόριο-στόχο
- Σήμα (ligand) και Υ είναι ανιχνευτής σήματος





# Κατηγορίες Υποδοχέων

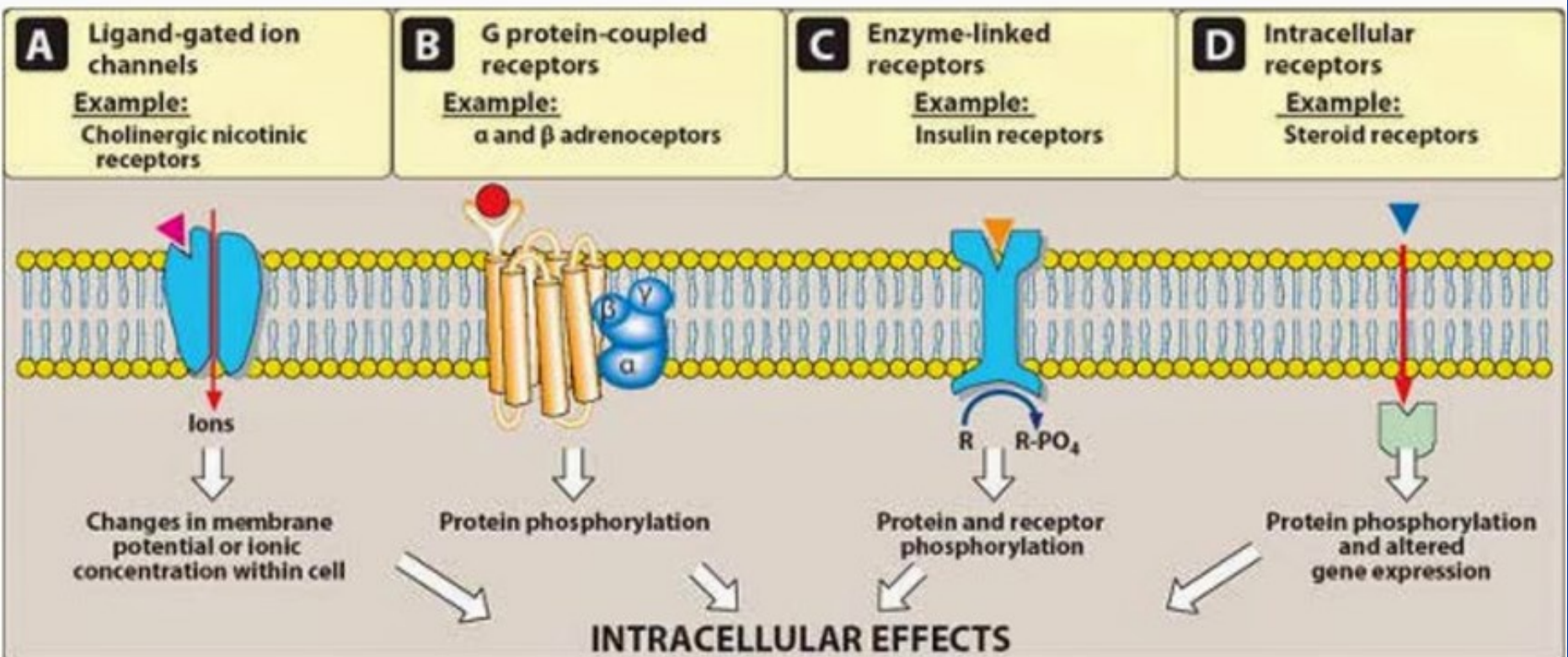
- Υποδοχείς που ελέγχουν κανάλια ιόντων
- Υποδοχείς συνδεδεμένοι με G-πρωτεΐνη
- Υποδοχείς που είναι ένζυμα
- Ενδοκυτταρικοί Υ



# Κατηγορίες Υποδοχέων

Υ ελέγχουν κανάλια ιόντων / συνδεδεμένοι με G-πρωτεΐνη/ ένζυμα /

ενδοκυτταρικοί Υ



1. Κανάλια ιόντων  
ελεγχόμενα από πρόσδεμα  
(ιονοτρόποι υποδοχείς)

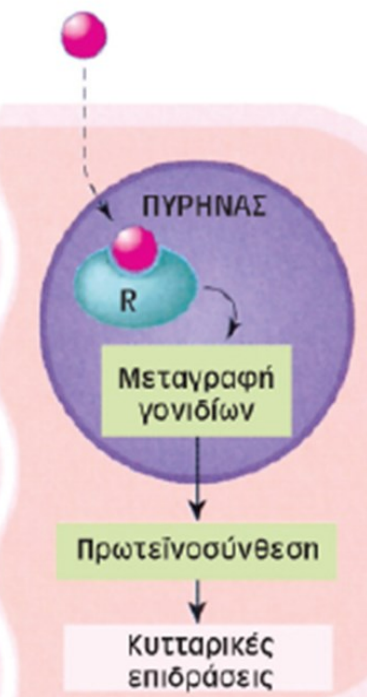
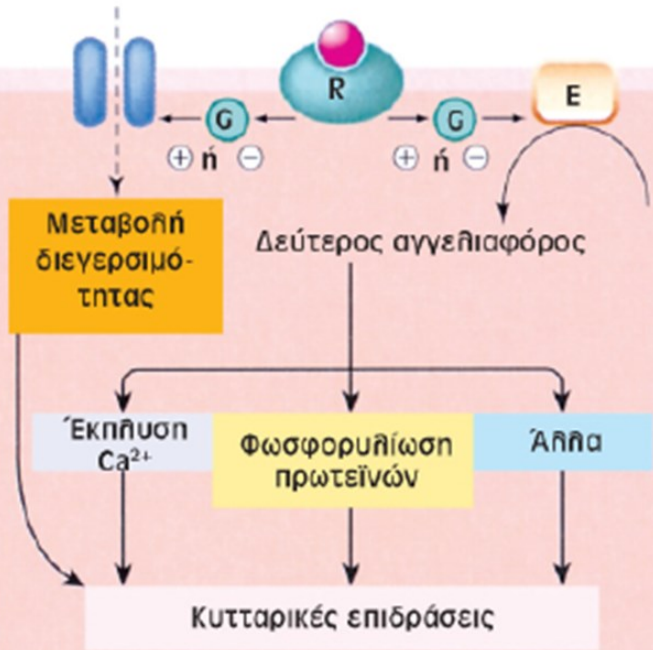
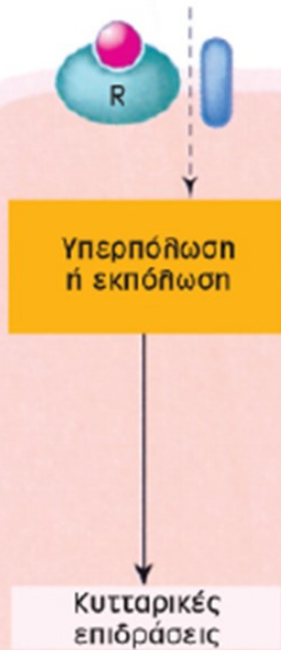
2. Υποδοχείς συζευγμένοι με G-πρωτεΐνες  
(μεταβολοτρόποι)

3. Υποδοχείς  
συνδεδεμένοι με  
κινάσες

4. Πυρηνικοί υποδοχείς

Ιόντα

Ιόντα



Χρονική κλίμακα  
msec  
Παραδείγματα  
Νικοτινικός  
υποδοχέας ACh

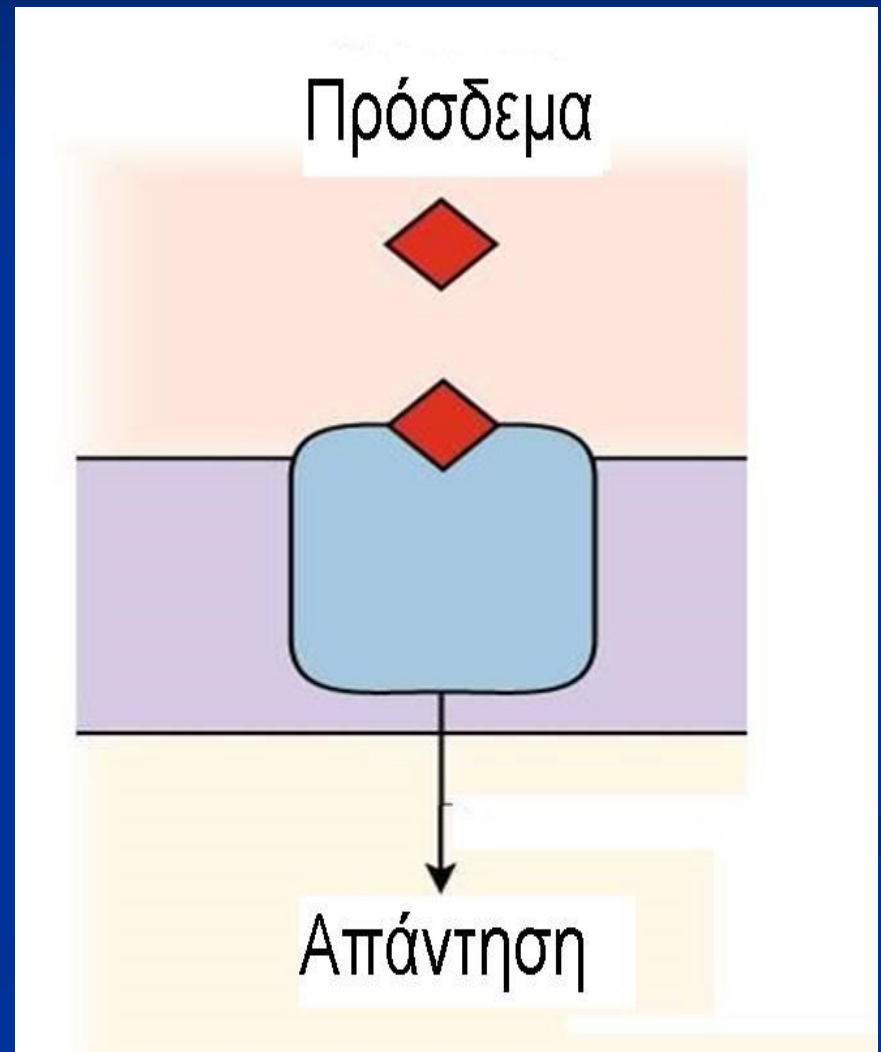
Δευτερόλεπτα  
Μουσκαρινικός υποδοχέας ACh

Ωρες  
Υποδοχείς κυταροκινών

Ωρες  
Υποδοχέας  
οιστρογόνων

# Υποδοχέας φαρμάκου

- Μία μακρομοριακή πρωτεΐνη που είναι σχεδιασμένη για να αλληλεπιδρά με ένα ενδογενές μόριο (πρόσδεμα)
- Χαρακτηρίζεται κάθε στοιχείο ενός κυττάρου ή οργανισμού που αντιδρά με ένα φάρμακο **εκλεκτικά** και διεγείρει αλυσιδωτές βιοχημικές αντιδράσεις που οδηγούν σε ένα φαρμακολογικό αποτέλεσμα



# Χολινεργικοί Υποδοχείς

- Υπάρχουν δύο οικογένειες υποδοχέων
- Οι Μουσκαρινικοί υποδοχείς
- Οι Νικοτινικοί υποδοχείς

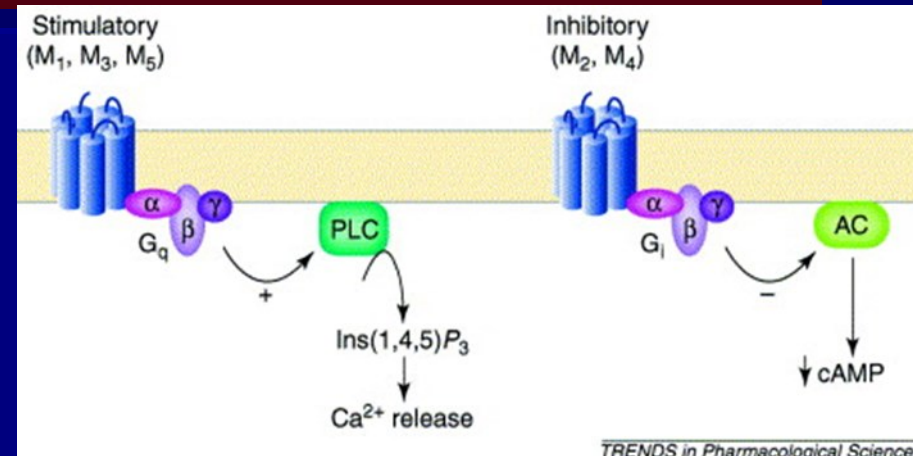
# Μουσκαρινικοί Υποδοχείς

Αναγνωρίζουν εκτός από την ακετυλοχολίνη και τη μουσκαρίνη – αλκαλοειδές (*Amanita Muscaria*)

Έχουν βρεθεί 5 κατηγορίες (M1, M2, M3, M4, M5)

Εντοπίζονται στα αυτόνομα εκτελεστικά όργανα (καρδιά, λείοι μύες, εγκέφαλος και εξωκρινείς αδένες)

Είναι **ΜΕΤΑΒΟΤΡΟΠΙΚΟΙ** υποδοχείς (μετατρέπουν τη μορφή του σήματος μέσω των G πρωτεϊνών)



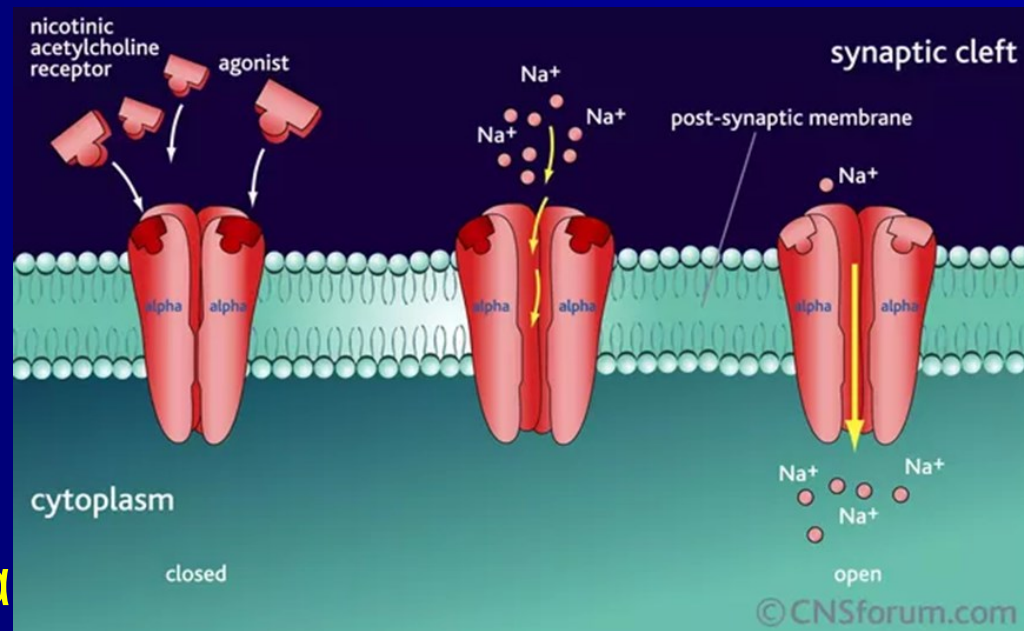
M-receptors subtypes	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Other name</b>	neural	Cardiac muscarinic receptors	Glandular muscarinic receptors		
<b>Location</b>	Exocrine glands and autonomic ganglia	Atria and conducting tissue of the heart	Exocrine glands and smooth muscle	CNS	Substantia nigra (cns)
<b>Function</b>	Affects arousal attention, REM, emotional response, affective disorder	Cardiac inhibition	Lacrimal, salivary Mostly stimulatory effect	Direct regulatory action on K and Ca ion channels	May regulate dopamine release at terminals within the striatum

# Νικοτινικοί υποδοχείς

Αναγνωρίζουν εκτός από την ακετυλοχολίνη και τη νικοτίνη

Δίαυλοι  $\text{Na}^+$  (ιοντοτροπικοί)

Εντοπίζονται στο ΚΝΣ, το μυελό των επινεφριδίων, τα γάγγλια και τις νευρομυϊκές συνάψεις



# ΑΝΣ

ΠΑ

- Β
- Α
- ↓
- Β
- Α
- Α
- Κ
- Χ
- Μ



ΕΦΗ ΣΥΜΠΛΑΘΗΤΙΚΟ-ΝΕ

- Ταχυκαρδία
- Αγγειοσυστολή
- ↑ Α.Π
- *Βρογχοδιαστολή*
- Μείωση έκκρισης αδένων
- Μείωση περισταλτικών κινήσεων ΓΕΣ
- Συστολή σφικτήρων
- ΜΥΔΡΙΑΣΗ



# Αδρενεργικός Νευρώνας



# Αδρενεργικοί Υποδοχείς

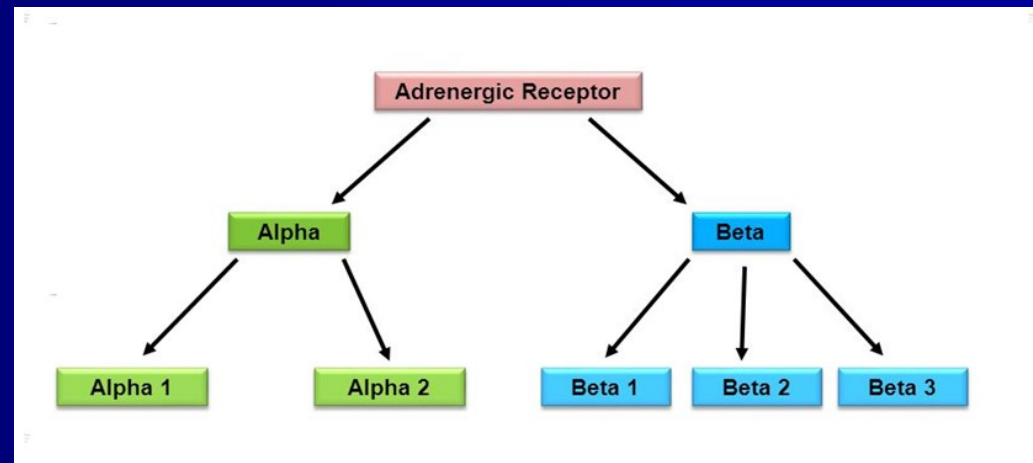
- Διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α και β

- $\alpha_1$  Αδρενεργικοί υποδοχείς =  $\alpha_{1A}$ ,  $\alpha_{1B}$ ,  $\alpha_{1D}$  (ΥΠΟΤΥΠΟ)

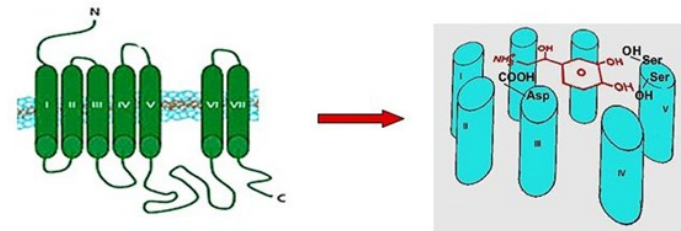
- $\alpha_2$  Αδρενεργικοί υποδοχείς =  $\alpha_{2A}$ ,  $\alpha_{2B}$ ,  $\alpha_{2C}$

- $\beta$ - Αδρενεργικοί υποδοχείς =  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$

- Μεταβοτροπικοί !!



Adrenergic receptors are seven-pass transmembrane proteins.



# Αδρενεργικοί Υποδοχείς

■ Δύο Οικογένειες : Με βάση τη συγγένειά τους με τους αδρενεργικούς αγωνιστές

■ Συγγένεια των Άλφα:

Επινεφρίνη  $\geq$  Νορεπινεφρίνη  $>>$  Ισοπρετερενόλη

■ Συγγένεια των Βήτα:

Ισοπρετερενόλη  $>$  Επινεφρίνη  $>$  Νορεπινεφρίνη

## 1. α Αδρενοϋποδοχείς



## 2. β Αδρενοϋποδοχείς



# ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ

ΚΕΝΤΡΙΚΟ

ΑΠΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΠΡΟΣΑΓΩΓΟ ΤΜΗΜΑ

ΑΥΤΟΝΟΜΟ

ΣΩΜΑΤΙΚΟ

ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ

ΠΑΡΑΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ

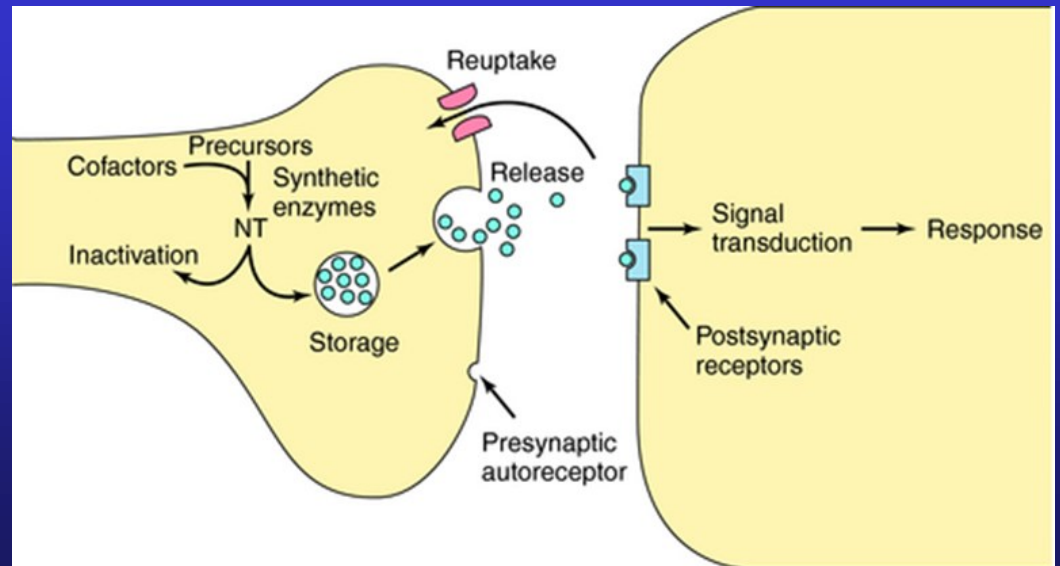
# Λειτουργία Νευρώνων του ΚΝΣ

Η βασική λειτουργία των νευρώνων στο ΚΝΣ είναι παρόμοια με το ΑΝΣ

Η μεταφορά πληροφορίας γίνεται με απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών στο συναπτικό χάσμα

Οι νευροδιαβιβαστές συνδέονται με ειδικούς υποδοχείς στο μετασυναπτικό νευρώνα

Η αναγνώριση του νευροδιαβιβαστή από τον υποδοχέα πυροδοτεί ενδοκυττάριας μεταβολές



# Λειτουργία Νευρώνων του ΚΝΣ

*Ωστόσο υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ νευρώνων του ΚΝΣ-ΑΝΣ*

- Τα κυκλώματα του ΚΝΣ είναι πιο πολύπλοκα
- Ο αριθμός των συνάψεων του ΚΝΣ είναι μεγαλύτερος
- Υπάρχουν ισχυρά δίκτυα ανασταλτικών συνάψεων
- Χρησιμοποιούνται πολλαπλοί νευροδιαβιβαστές ενώ στο ΑΝΣ μόνο 2 βασικοί!

# Κατηγορίες νευροδιαβιβαστών ΚΝΣ

Neurotransmitter	% of Synapses	Brain Concentration	Function	Primary Receptor Class
<b>Μονοαμίνες</b> Κατεχολαμίνες: DA, NE, EPI Ινδολαμίνες: σεροτονίνη (5-HT)	2-5	nmol/mg protein (low)	Slow change in excitability (secs)	GPCRs
<b>Ακετυλοχολίνη (ACh)</b>	5-10	nmol/mg protein (low)	Slow change in excitability (secs)	GPCRs
<b>Αμινοξέα</b> Ανασταλτικά: GABA, γλυκίνη Διεγερτικά: Γλουταμινικό, Ασπαρτικό	15-20  75-80	μmol/mg protein (high)  μmol/mg protein (high)	Rapid inhibition (msecs)  Rapid excitation (msecs)	Ion channels  Ion channels

# Κύριοι Υποδοχείς νευροδιαβιβαστών ΚΝΣ

Neurotransmitter	Receptor Subtypes	G Protein-Coupled (G) vs. Ligand-Gated Ion Channel (LG)
<b>DA</b>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> , D <sub>4</sub> , D <sub>5</sub>	G
<b>NE/EPI</b>	α <sub>1</sub> , α <sub>2</sub> , β <sub>1</sub> , β <sub>2</sub> , β <sub>3</sub>	G
<b>5-HT</b>	5-HT <sub>1A</sub> 5-HT <sub>1B</sub> 5-HT <sub>1D</sub> 5-HT <sub>2A</sub> 5-HT <sub>2B</sub> 5-HT <sub>2C</sub> 5-HT <sub>3</sub> 5-HT <sub>4</sub>	G G G G G G LG G
<b>ACh</b>	Muscarinic M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> Nicotinic	G LG
<b>Glutamate</b>	NMDA AMPA Kainate Metabotropic	LG LG LG G
<b>GABA</b>	A B	LG G



Neurotransmitter	Receptors	Signal Transduction	Function	
Acetylcholine	Muscarinic M <sub>1</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>5</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup>	Excitatory; role in arousal and consciousness, memory consolidation	
	M <sub>2</sub> , M <sub>4</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; autoreceptor and heteroreceptor, decreases NT release	
	Nicotinic	IgNa <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Excitatory; increases NT release, role in nicotine dependence	
Amino Acids	GABA	GABA <sub>A</sub>	IgCl <sup>-</sup>	Inhibitory (major); ligand-gated ion channel site of action of sedative-hypnotics, alcohol, general anesthetics
		GABA <sub>B</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; modulates motor neuron excitability
Glutamate	NMDA, AMPA, KA	IgNa <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Excitatory (major); roles in LTP (memory), excitotoxicity of neurons	
		mGlu <sub>1</sub> , mGlu <sub>5</sub> mGlu <sub>2</sub> -mGlu <sub>4</sub> , mGlu <sub>6</sub> -mGlu <sub>8</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup> ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Excitatory; memory consolidation, neuronal excitation Inhibitory; role in thalamic sensory processing
Glycine	Strychnine-sensitive	IgCl <sup>-</sup>	Inhibitory; highest levels in spinal cord	
	Strychnine-insensitive	Co-agonist at NMDA receptor	Excitatory; obligate co-agonist for function of NMDA receptor	
Biogenic Amines	Dopamine	D <sub>1</sub> , D <sub>5</sub>	ICAMP, IPKA	Excitatory; basal ganglia function, memory and performance
		D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> , D <sub>4</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; decreases dopamine release, reduces firing of neurons
Norepinephrine		α <sub>1</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup>	Excitatory; autonomic nuclei in brain stem
		α <sub>2</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; sympathetic outflow from CNS; decreases pain transmission
Serotonin (5-HT)*		β <sub>1</sub> , β <sub>2</sub>	ICAMP, IPKA	Excitatory; cortex, limbic system, nucleus accumbens
		5-HT <sub>1</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; role in anxiety and depression
		5-HT <sub>2</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup>	Excitatory; widespread distribution, role in antipsychotic action
		5-HT <sub>3</sub>	IgNa <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Excitatory; mediate fast neuronal transmission in neocortex; presynaptic modulation of NT release
Histamine		5-HT <sub>4</sub>	ICAMP, IPKA	Excitatory; role in cognitive processes, anxiety
		H <sub>1</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup>	Excitatory; increases NT release, role in arousal, anxiety
		H <sub>2</sub>	ICAMP, IPKA	Excitatory; located in hippocampus, amygdala and basal ganglia
	H <sub>3</sub>	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; autoreceptor and heteroreceptor, decreases NT release	
Neuropeptides	Opioid peptides	Mu, delta, kappa	ICAMP, IgK <sup>+</sup> , IgCa <sup>2+</sup>	Inhibitory; analgesic role in sensory processing, role in drug dependence for opioids and other substances
	Tachykinins	NK <sub>1</sub> , NK <sub>2</sub> , NK <sub>3</sub>	IP <sub>3</sub> , DAG, ICa <sup>2+</sup>	Excitatory; role in pain processing, autonomic regulation

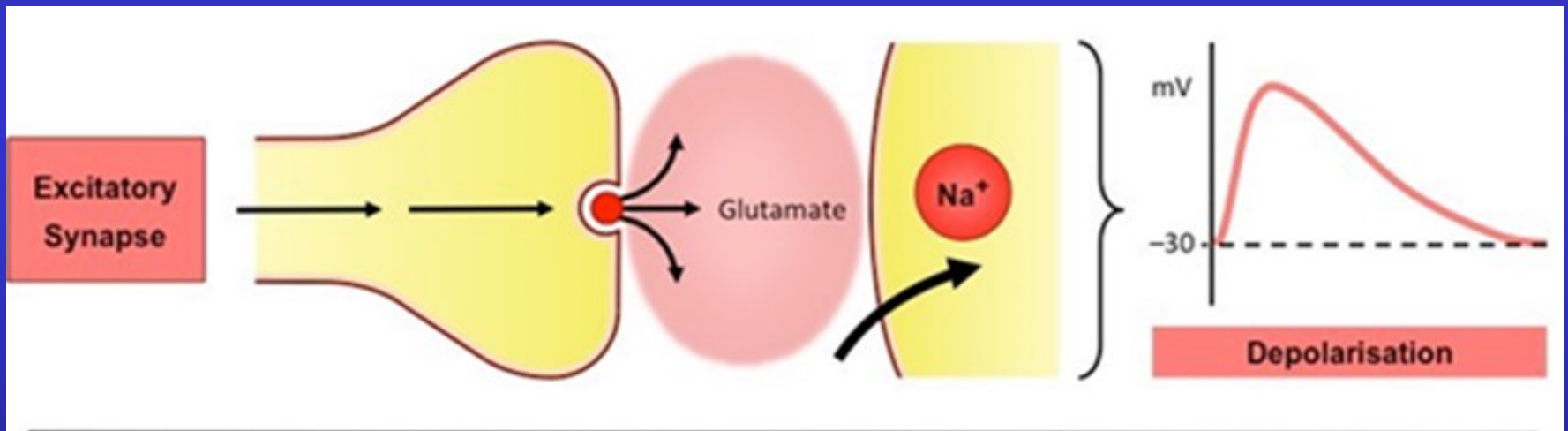
\*Over a dozen types of serotonin receptors are cloned; the four given here are the main types.

AMPA = α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole propionate; cAMP = cyclic adenosine monophosphate; CNS = central nervous system; DAG = diacylglycerol; 5-HT = 5-hydroxytryptamine (serotonin); g = ion channel conductance; GABA = γ-aminobutyric acid; i = intracellular; IP<sub>3</sub> = inositol triphosphate; KA = kainate; LTP = long-term potentiation; NK = neurokinin; NMDA = N-methyl-D-aspartate; NT = neurotransmitter; PKA = cAMP-dependent protein kinase.

# Διεγερτικές Οδοί του ΚΝΣ

- Οι νευροδιαβιβαστές ταξινομούνται ανάλογα με την φύση της δράσης που προκαλούν σε **διεγερτικούς** και **ανασταλτικούς**
- Ο ερεθισμός ενός διεγερτικού νευρώνα προκαλεί απελευθέρωση Ach ή γλουταμινικού οξέος
- Ο νευροδιαβιβαστής προσδένεται μετασυναπτικά σε Υποδοχείς
- Αυξάνεται η διαπερατότητα στα **ιόντα Νατρίου ( $\text{Na}^+$ )**
- Η εισροή ιόντων Νατρίου προκαλεί ασθενή εκπόλωση
- Όταν απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα νευροδιαβιβαστή η εκπόλωση του μετασυναπτικού κυττάρου ξεπερνά τον ουδό πυροδότησης αυξάνοντας την κυτταρική διεγερσιμότητα

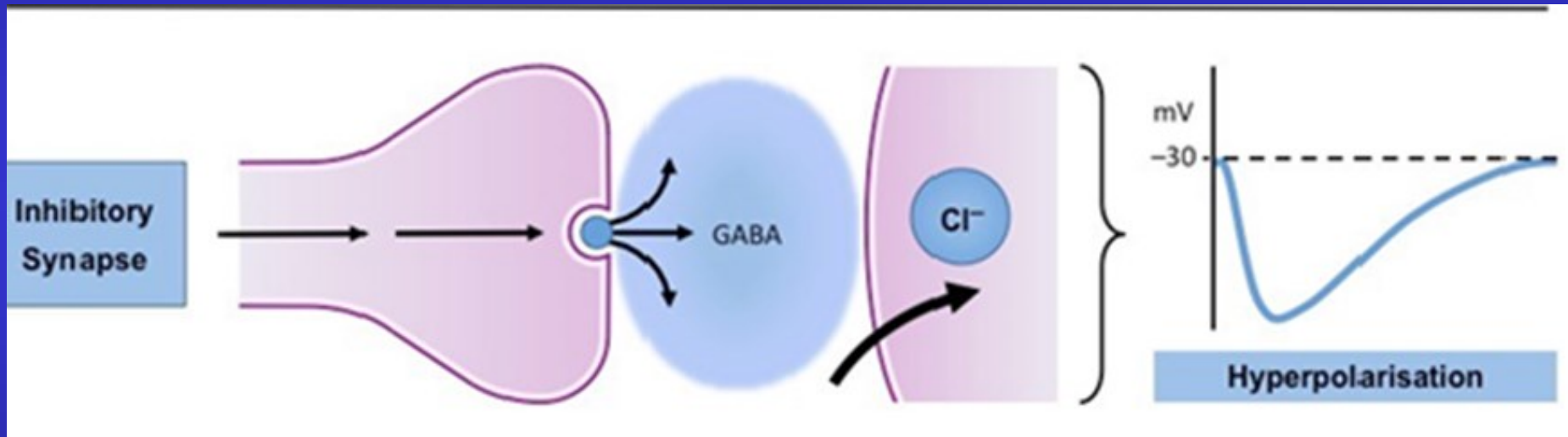
# Διεγερτικές Οδοί του ΚΝΣ



# Ανασταλτικές Οδοί του ΚΝΣ

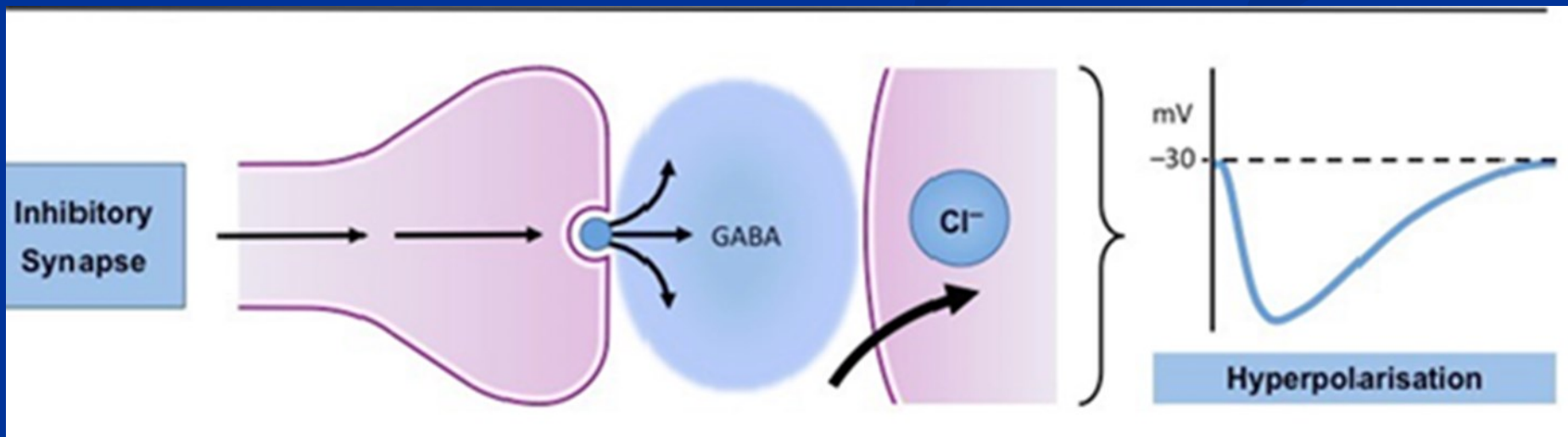
- Ο ερεθισμός ανασταλτικών νευρώνων απελευθερώνει π.χ. **GABA** ή **γλυκίνη**
- Οι ουσίες προσδένονται μετασυναπτικά
- Αυξάνεται η διαπερατότητα για τα ιόντα Καλίου και **Χλωρίου**
- Η εισροή ιόντων **Cl<sup>-</sup>** προκαλεί **υπερπόλωση**
- Η υπερπόλωση απομακρύνει το μετασυναπτικό δυναμικό από τον ουδό πυροδότησης, **μειώνοντας** τη νευρωνική διεγερσιμότητα

# Ανασταλτικές Οδοί του ΚΝΣ

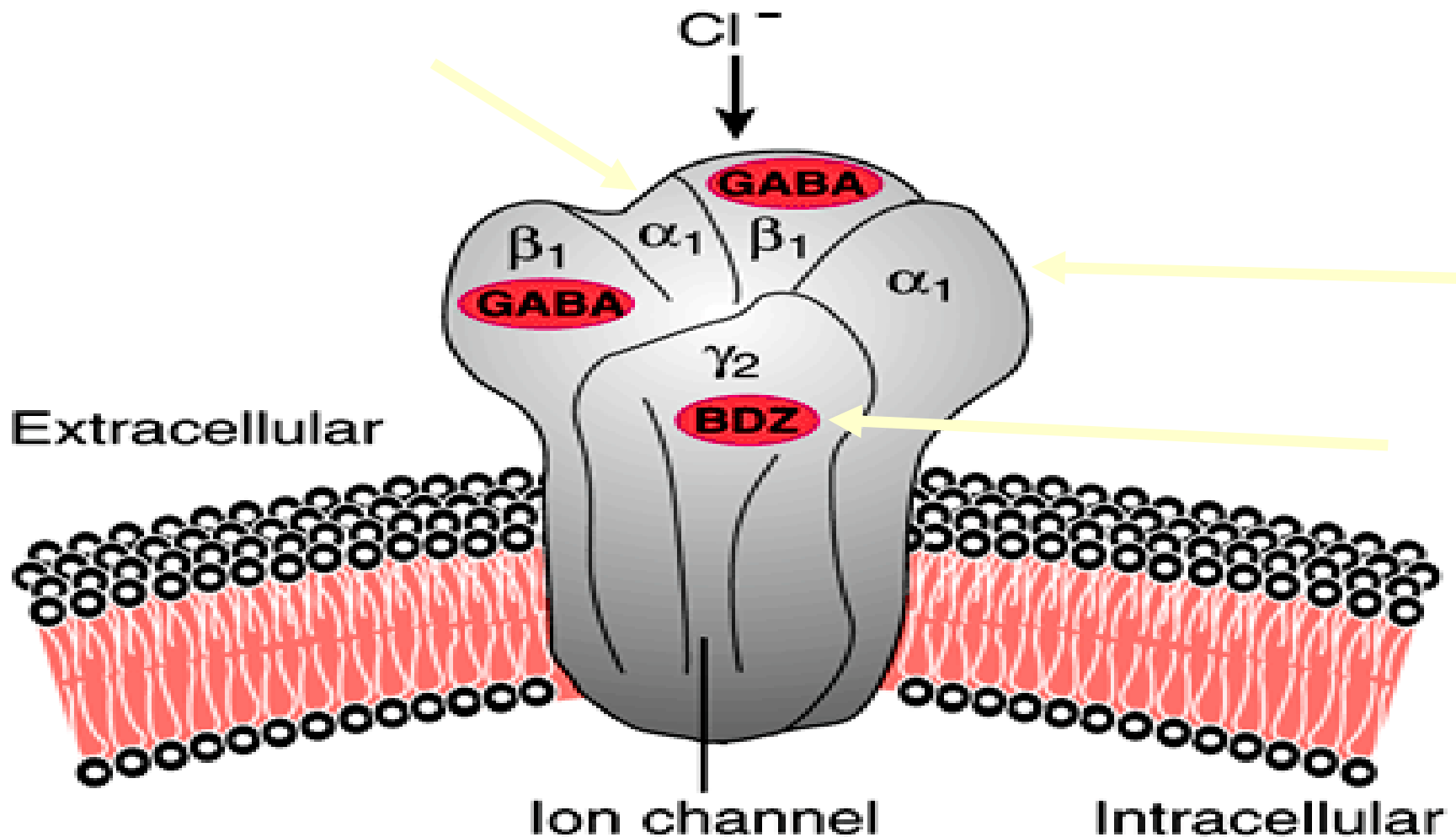


# Πώς δρουν τα Αγχολυτικά-Υπνωτικά?

Ενισχύοντας τη δράση των ανασταλτικών οδών  
(GABA υποδοχέας)



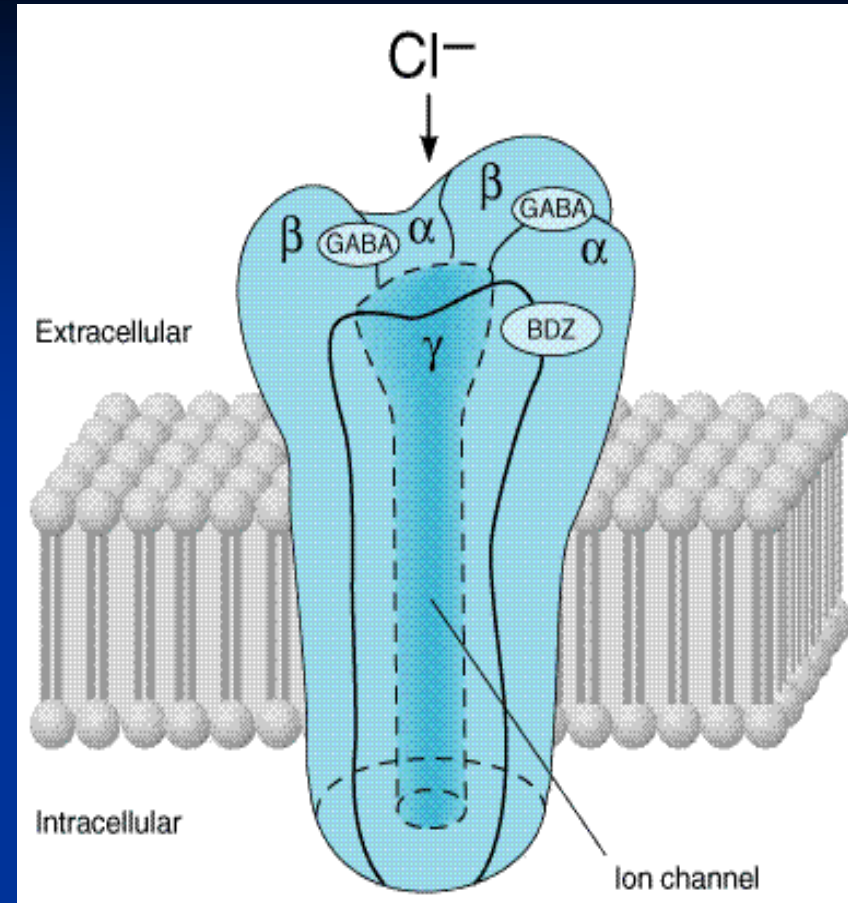
# Ο GABA ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ



- ▶ Τα περισσότερα αγχολυτικά-υπνωτικά δρουν στους υποδοχείς του GABA
- ▶ Το GABA είναι ο σημαντικότερος ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής του ΚΝΣ
- ▶ Οι υποδοχείς του GABA έχουν ετερόκλητη δομή
  - ▶ 5 διαμεμβρανικές πολυπεπτιδικές υπομονάδες.(πολλοί υπότυποι)
  - ▶ Το GABA συνδεδεμένο προκαλεί διάνοιξη του καναλιού Cl<sup>-</sup>

Τα ιόντα προκαλούν υπερπόλωση  
Απομακρύνουν το μετασυναπτικό  
δυναμικό από τον ουδό πυροδότησης

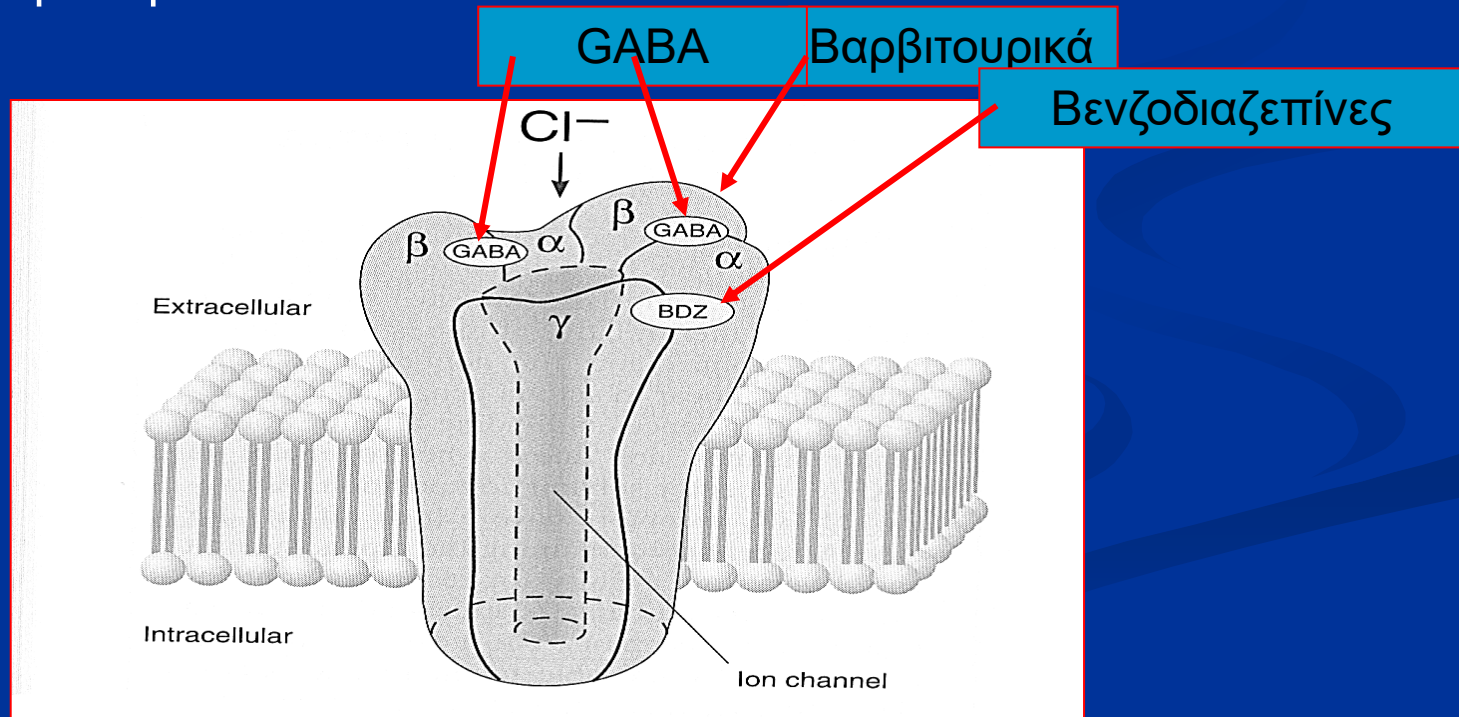
**Αναστέλλεται ο σχηματισμός δυναμικών  
ενέργειας**





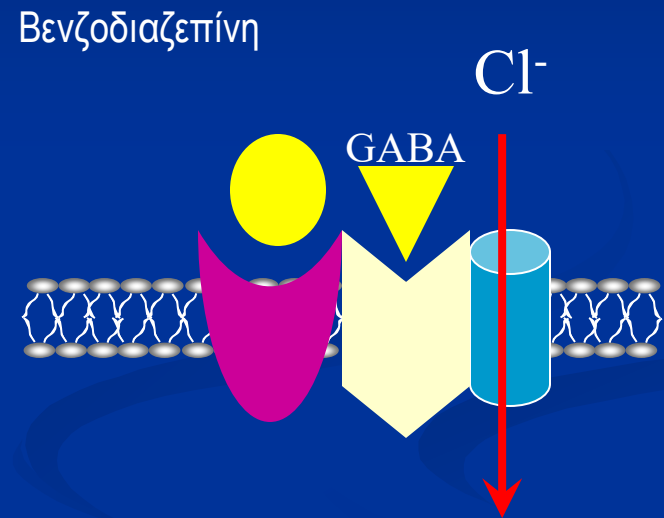
# Μηχανισμός Δράσης των Βενζοδιαζεπινών

- ▶ Η δομή των GABA υποδοχέων διαφέρει ανά περιοχή
- ▶ Οι Βενζοδιαζεπίνες συνδέονται με τις υπομονάδες α και γ
- ▶ Συνδεόμενες ενισχύουν τη δράση του GABA στα κανάλια Cl<sup>-</sup> (αυξάνουν την **συχνότητα** διανοίξεων του διαύλου Cl<sup>-</sup>)
- ▶ Δεν έχουν δράση σε απουσία GABA



# Βενζοδιαζεπίνες

- Σύνδεση στον υποδοχέα, δίπλα στο σημείο σύνδεσης του GABA
- Αύξηση της συγγένειας του υποδοχέα με το GABA (αλλοστερικά)



# Ακετυλοχολίνη (ACh)

- Ο πρώτος νευροδιαβιβαστής που απομονώθηκε
- Εντοπίζεται –τελική κινητική πλάκα
  - ΑΝΣ (παρασυμπαθητικό, γάγγλια)
  - ΚΝΣ

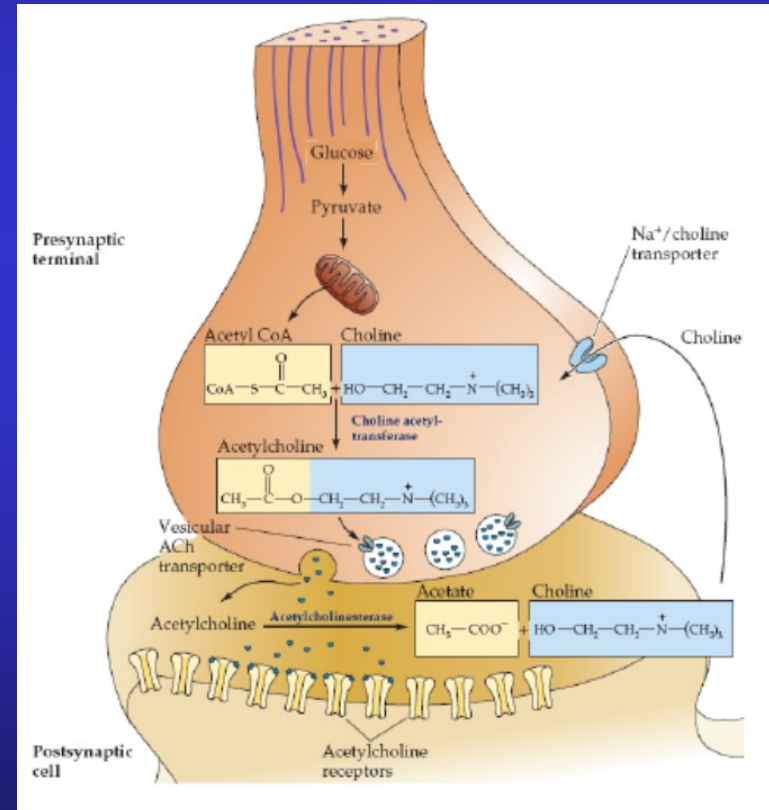
## Υποδοχείς

**Νικοτινικοί** –ιονοτροπικοί

- εγκεφαλος, γάγγλια, τελική κινητική πλάκα

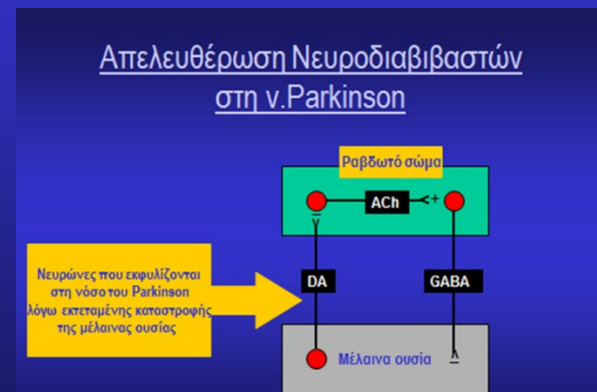
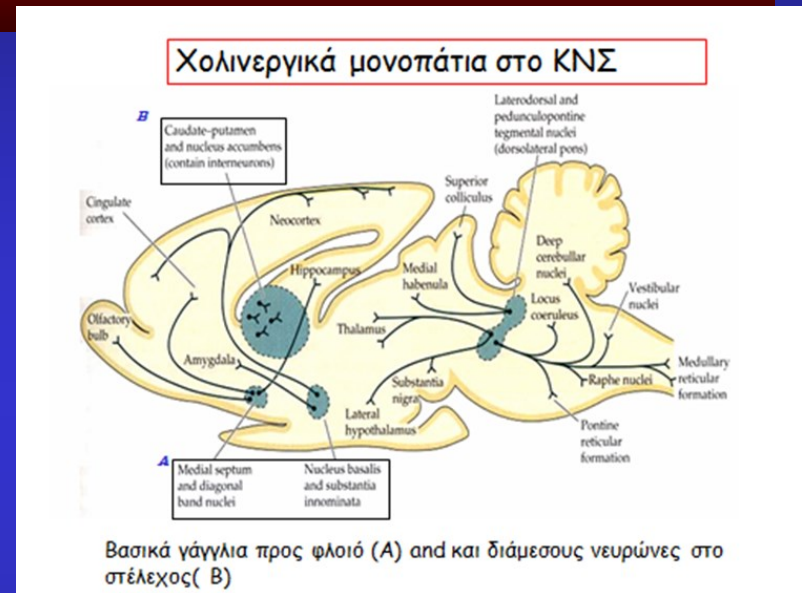
**Μουσκαρινικοί** (κυρίως M1)

-μεταβοτροπικοί



# Ακετυλοχολίνη (ACh)

- Ευρέως κατανομημένη στο ΚΝΣ
- **Σημαντικές οδοί**
- βασικοί προσεγκεφαλικοί πυρήνες στέλνουν διάχυτη προβολή σε δομές προσεγκεφάλου
- διαφραγματοειπποκάμπεια προβολή
- βραχείς ενδιάμεσοι νευρώνες στο ραβδωτό σώμα και επικλινή πυρήνα διαφράγματος
- Άνοια, Parkinson (ανωμαλίες στις χολινεργικές οδούς)



# Ακετυλοχολίνη (Ach)

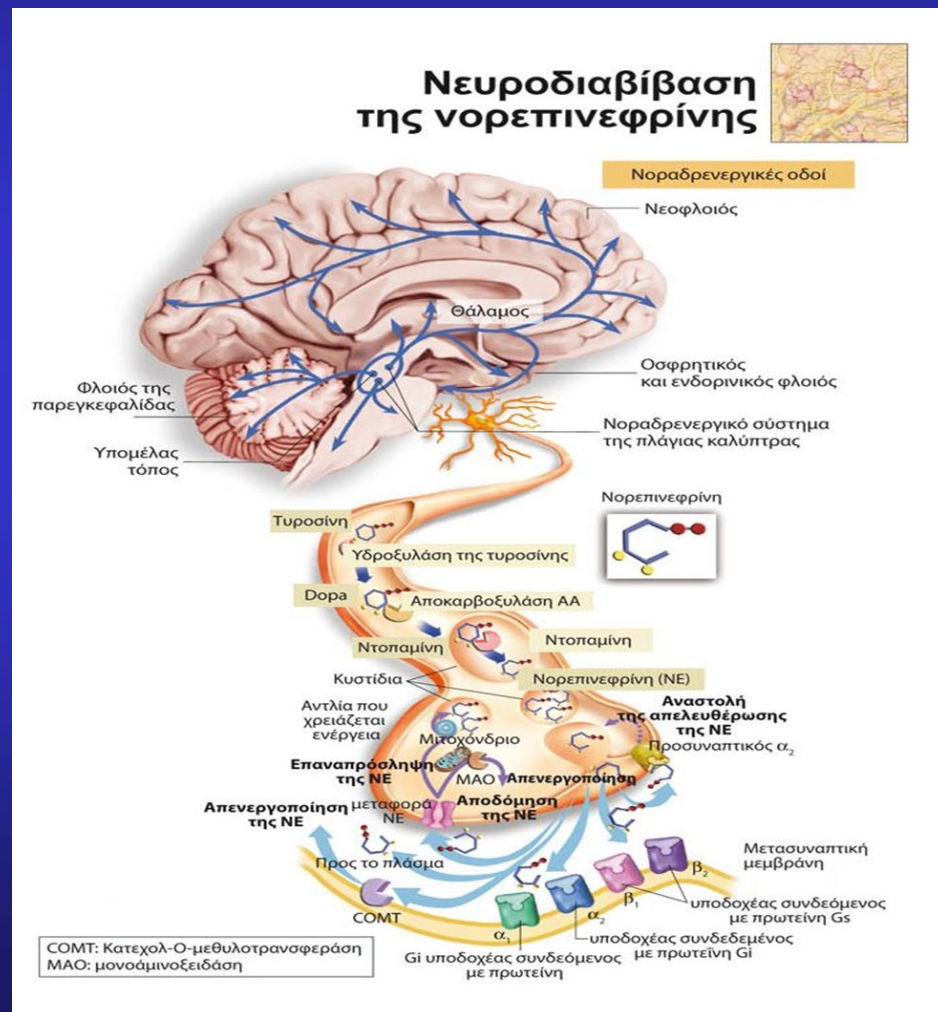
- Οργανοφωσφορικά (εντομοκτόνα) (και sarin) αναστέλλουν AChE
- Αγωνιστές nAChR νικοτίνη
- Ανταγωνιστές nAChR –βουγκαροτοξίνη παράγωγα κουραρίου
- Αγωνιστές mAChR μουσκαρίνη
- Ανταγωνιστές mAChR –ατροπίνη (αντιχολινεργικά)
- σκοπολαμίνη



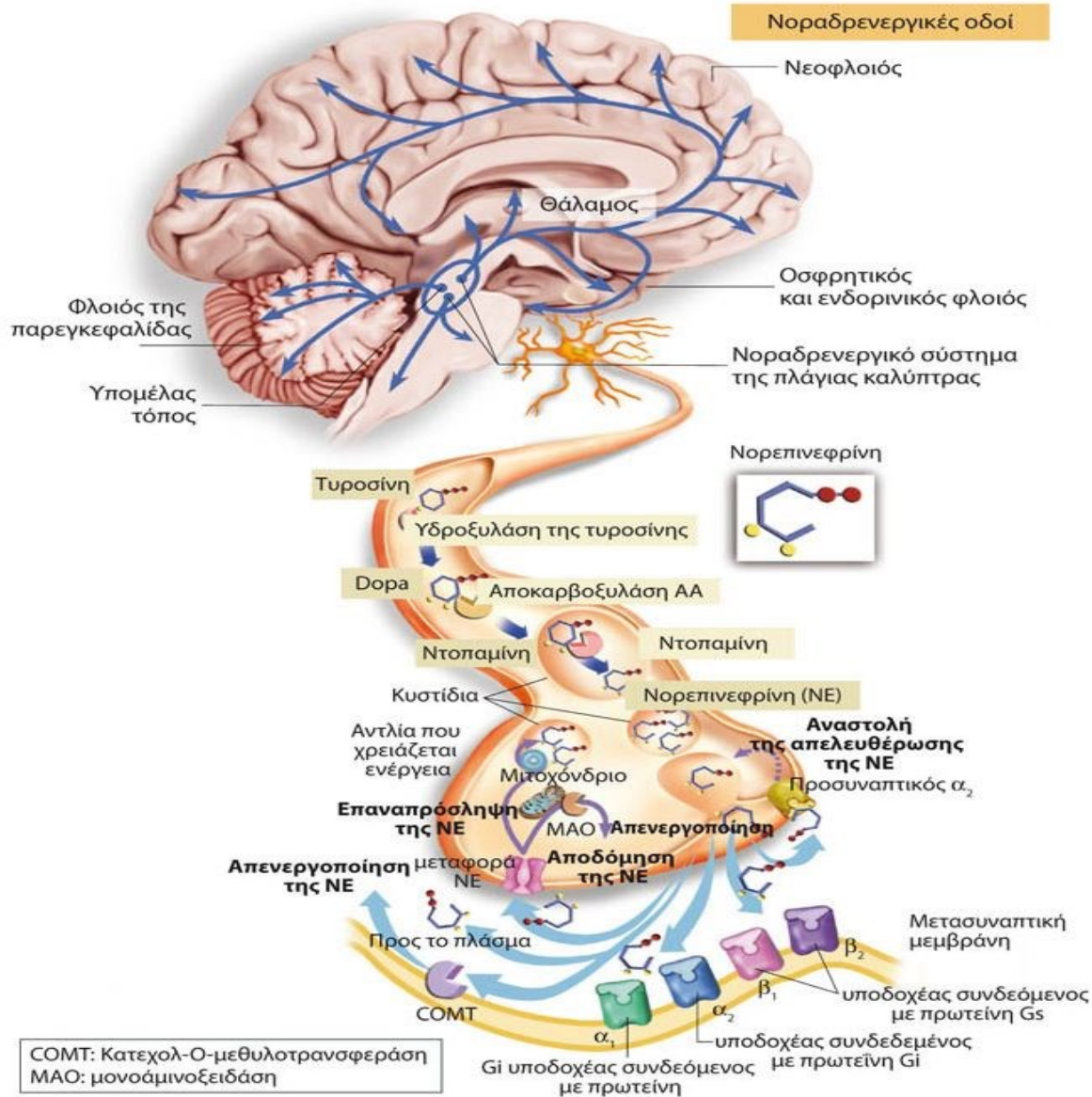
# Νοραδρενεργικές οδοί ΚΝΣ

Υπομέλας τόπος και επικλινής πυρήνας προς φλοιώδη και υποφλοιώδη κέντρα

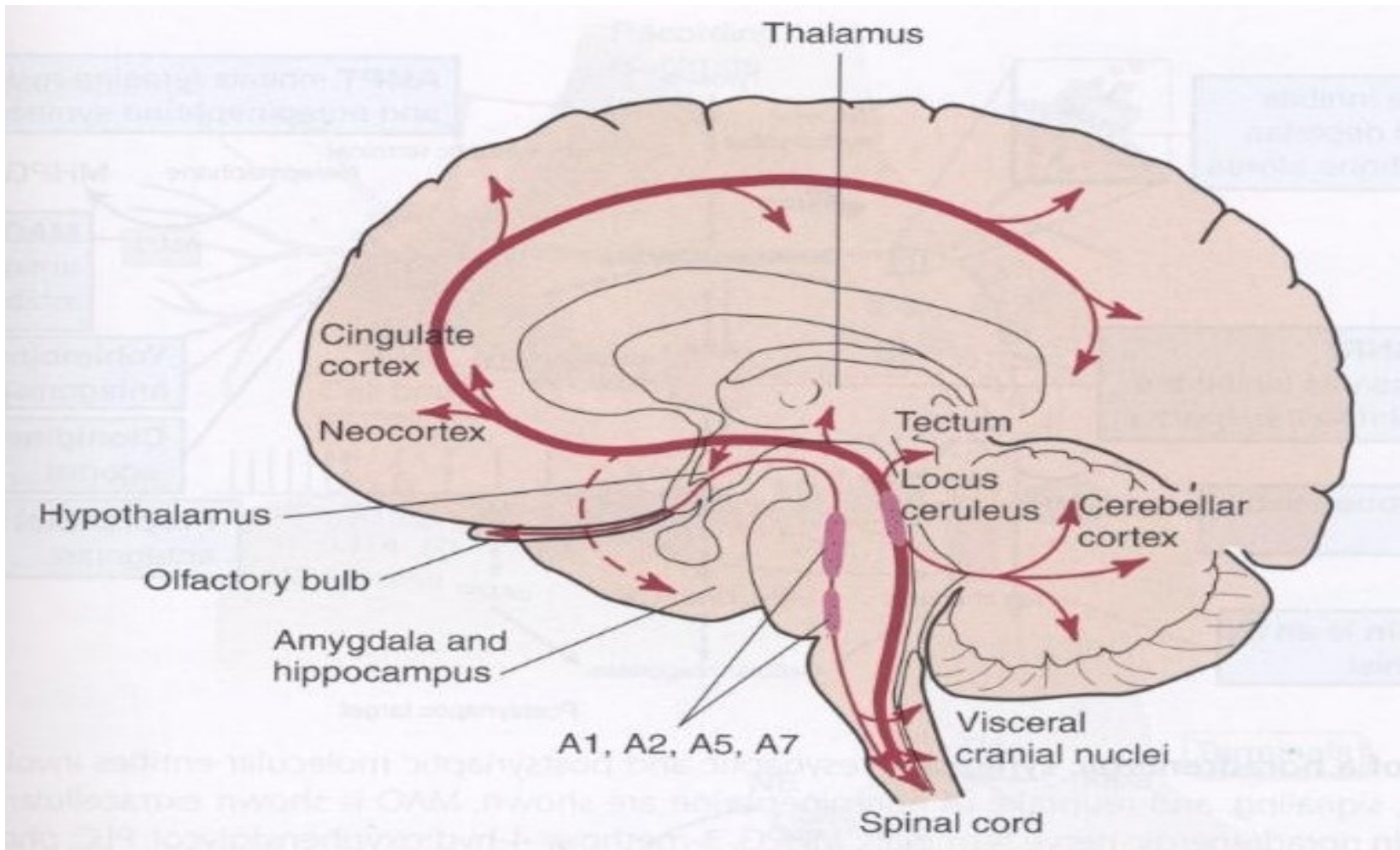
- Ψυχοτροπα φάρμακα στην νοραδρενεργική διαβίβαση
  - αντικαταθλιπτικά, κοκαίνη, αμφεταμίνη
  - αντιυπερτασικά-κλονιδίνη



# Νευροδιαβίβαση της νορεπινεφρίνης



# Νοραδρενεργικά μονοπάτια στον εγκέφαλο

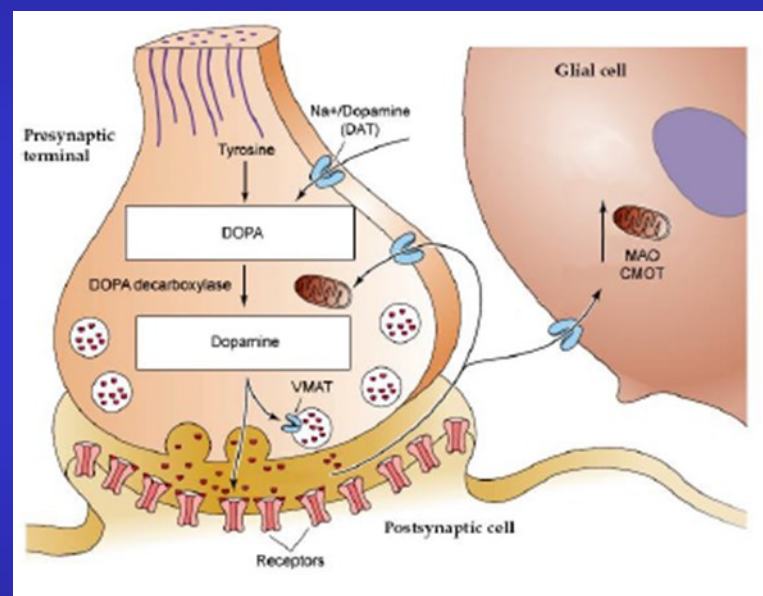


Υπομέλας τόπος και επικλινής πυρήνας προς φλοιώδη και υποφλοιώδη κέντρα



# Βιογενείς μονοαμίνες Κατεχολαμίνες/Ντοπαμίνη

- Εντοπίζεται - ΚΝΣ
- Υποδοχείς **ντοπαμινεργικοί** (μεταβοτροπικοί κυρίως)  
5 υπότυποι (D1-D5)
- Οι D2 εμπλέκονται στα +συμπτώματα σχιζοφρένειας , D1 στα - , και D4 παρουσιάζει σημαντικό πολυμορφισμό
- Parkinson(ανεπάρκεια DA μελαινοραβδωτή )
- Η απελευθέρωση ορμονών από προσθια Υποφυση καθορίζεται από DA (προλακτίνης , Gh)
- DA δρα στην χημειοευασθητή ζώνη και προκαλεί ναυτία και έμετο

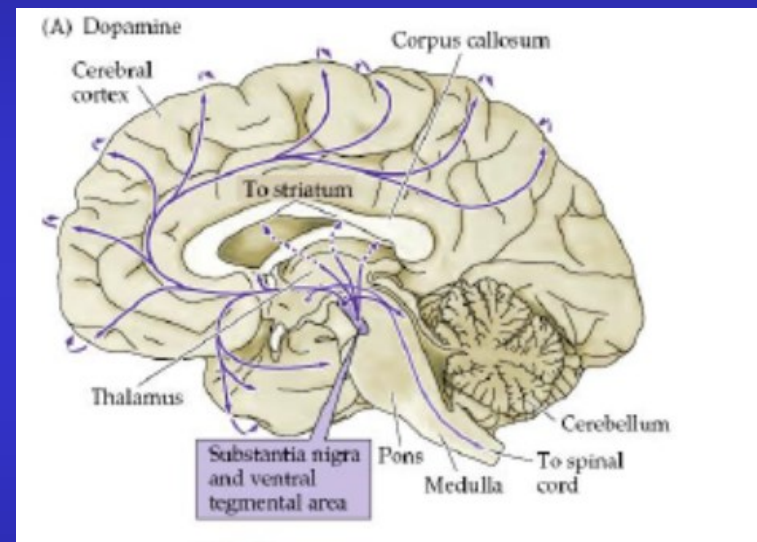


# Ντοπαμινεργικές οδοί ΚΝΣ

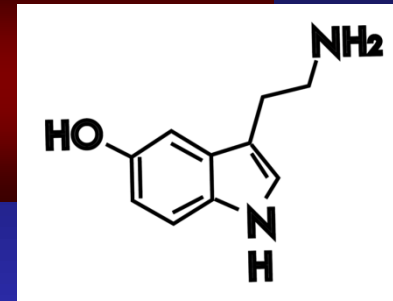
Μελαινοραβδωτή οδός (κινητικό έλεγχο)  
-εξωπυραμιδικό κινητικό  
συστημα

Μεσομεταιχμιακή /μεσοφλοιική που  
εμπλέκεται στο συναισθημα/ικανοποίηση  
απο φрк και γνωστικές λειτουργίες

Υποθαλαμουποφυσιακή (έλεγχος  
εκκρίσεων) προλακτίνη, GH

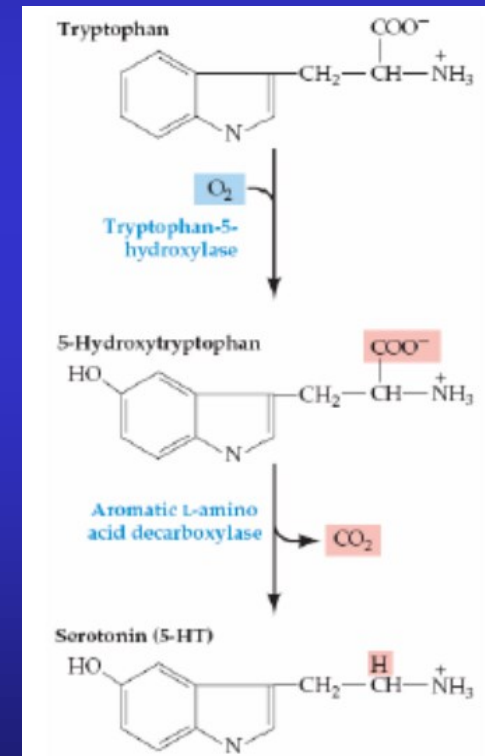


# Βιογενείς μονοαμίνες Ινδολαμινες/Σεροτονίνη (5-HT)



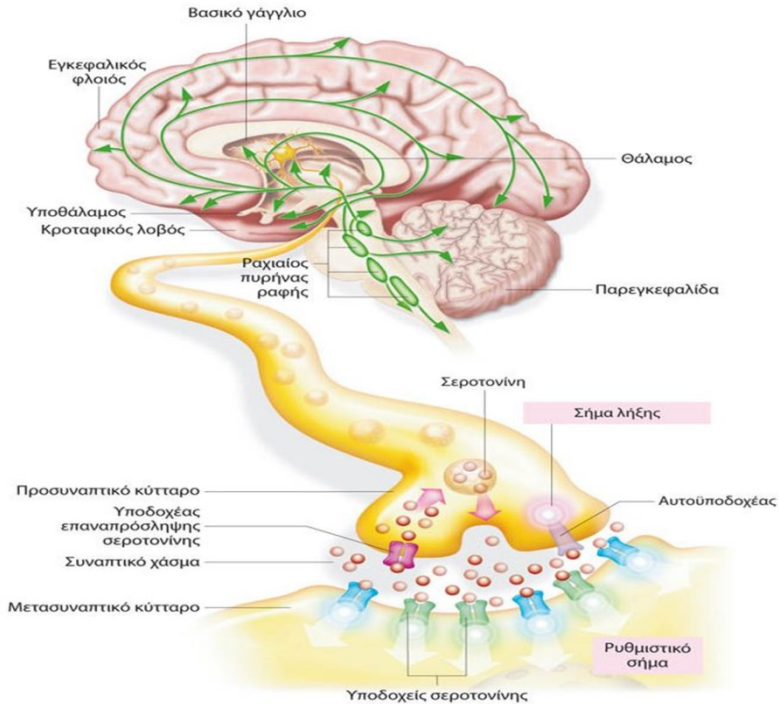
- Συντίθεται από Τρυπτοφανε και μεταβολίζεται από ΜΑΟ

- Υποδοχείς –Υπότυποι  
(5-HT<sub>1A</sub>, 5-HT<sub>1B</sub>, 5-HT<sub>1D</sub>, 5-HT<sub>2A</sub>, 5-HT<sub>2C</sub>, 5-HT<sub>3</sub>, )



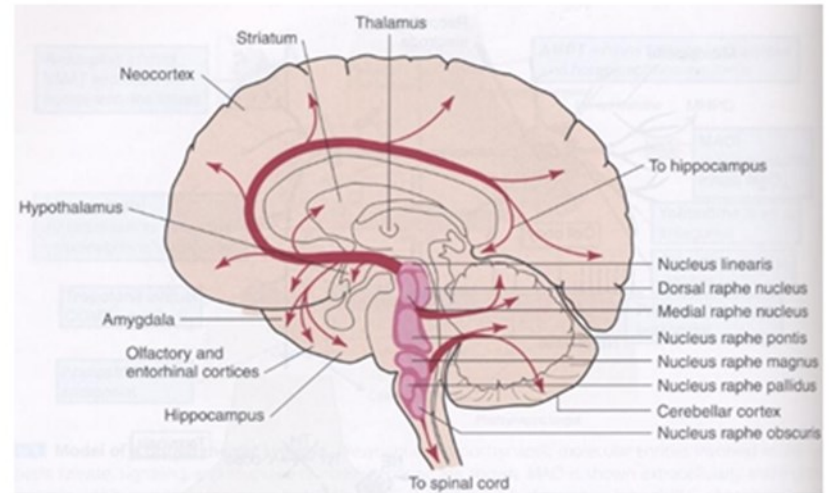
# Σεροτονινεργικές οδοί ΚΝΣ

## Νευροδιαβίβαση της σεροτονίνης



© 2013 – XL Sistemas S.A.

## Σεροτονινεργικά μονοπάτια στον εγκέφαλο



Ραχιαίος πυρήνας ραφής προς φλοιώδη και υποφλοιώδη κέντρα

# Σεροτονινεργικές οδοί ΚΝΣ

Λειτουργίες που σχετίζονται με 5-HT

Ελεγχος Υπνου/αφυπνισης  
Διάθεσης/συναισθήματος  
παρορμητικότητας/σεξ.διάθεση  
αισθητηριακών οδών  
Συμπεριφορά πρόσληψης τροφής  
έμετος

Νευροφαρμακολογία

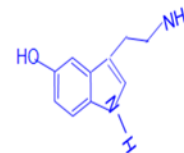
Βουσπιρόνη (αγωνιστής-αγχος)

Τριπτάνες (ημικρανία)

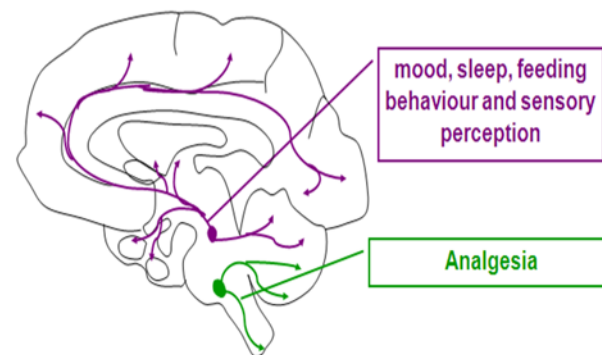
Φλουοξετίνη (SSRIs)

Ονδασεντρόνη (5-HT<sub>3</sub> ανταγ./έμετο  
χημειοθεραπείας)

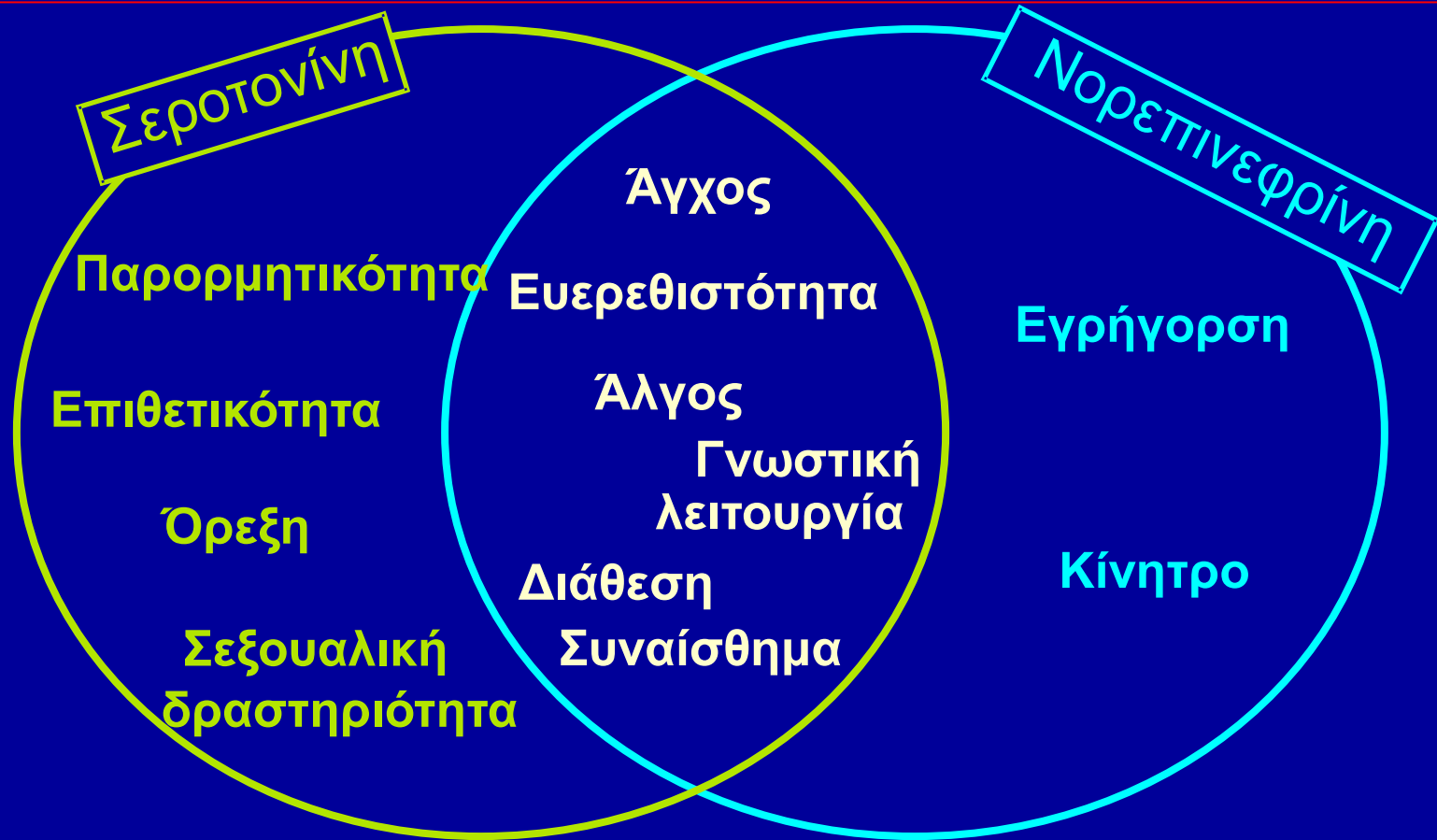
Serotonergic (5HT) system

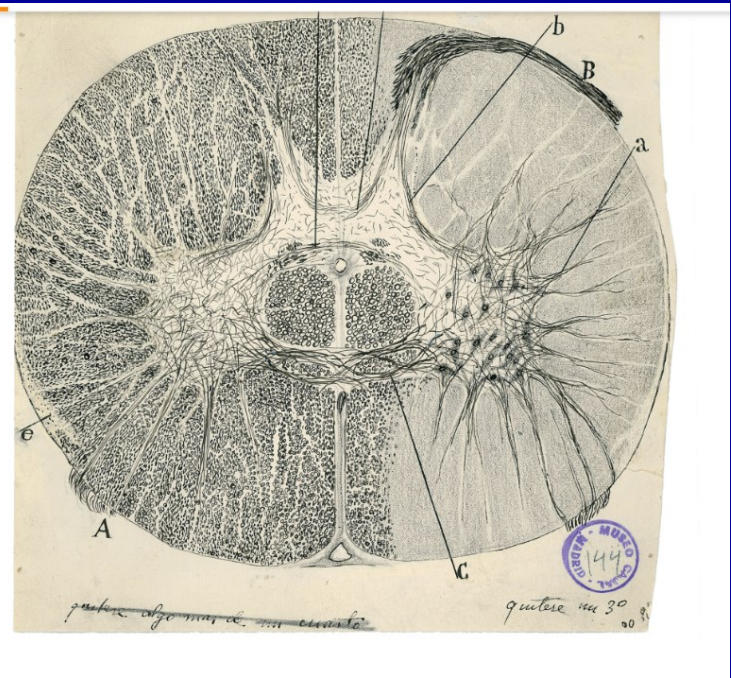
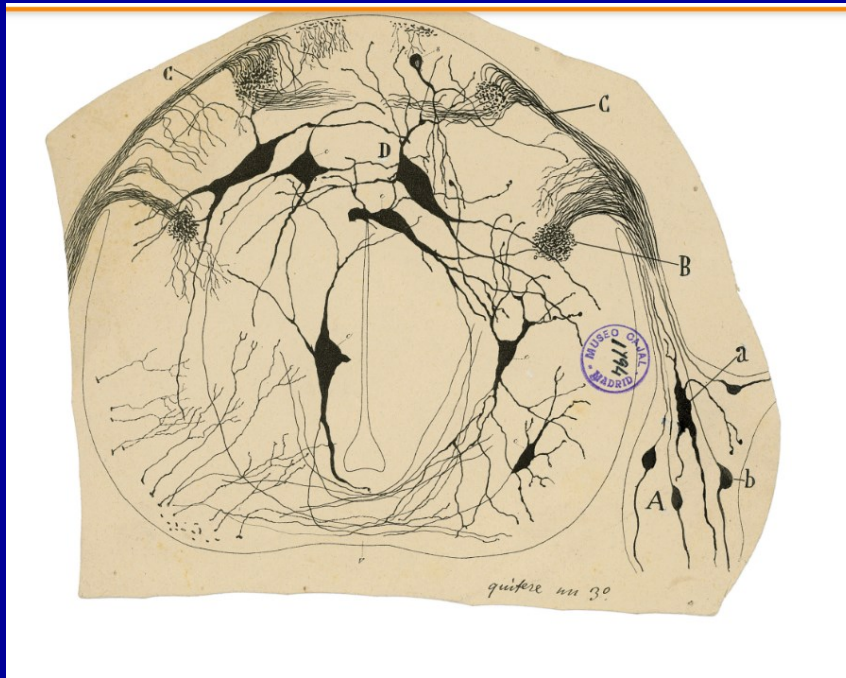


- Serotonin (5-hydroxytryptamine)
- Receptors: many subtypes 5HT<sub>1</sub>, 5HT<sub>2</sub>, 5HT<sub>3</sub>



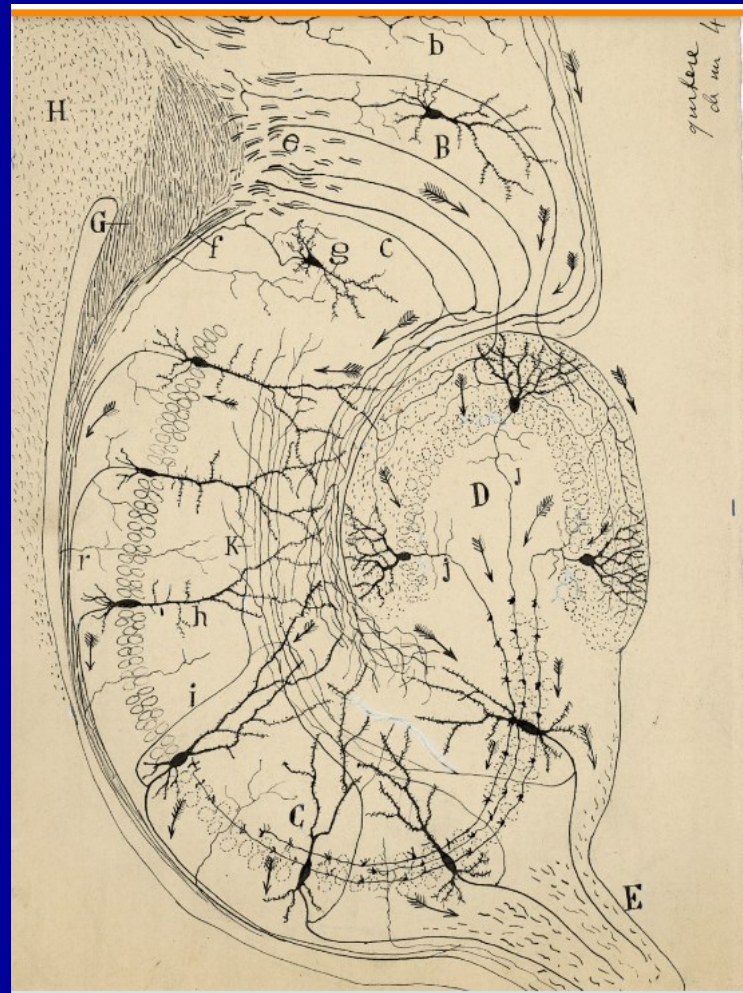
# Λειτουργικά πεδία δράσης της σεροτονίνης και της νορεπινεφρίνης



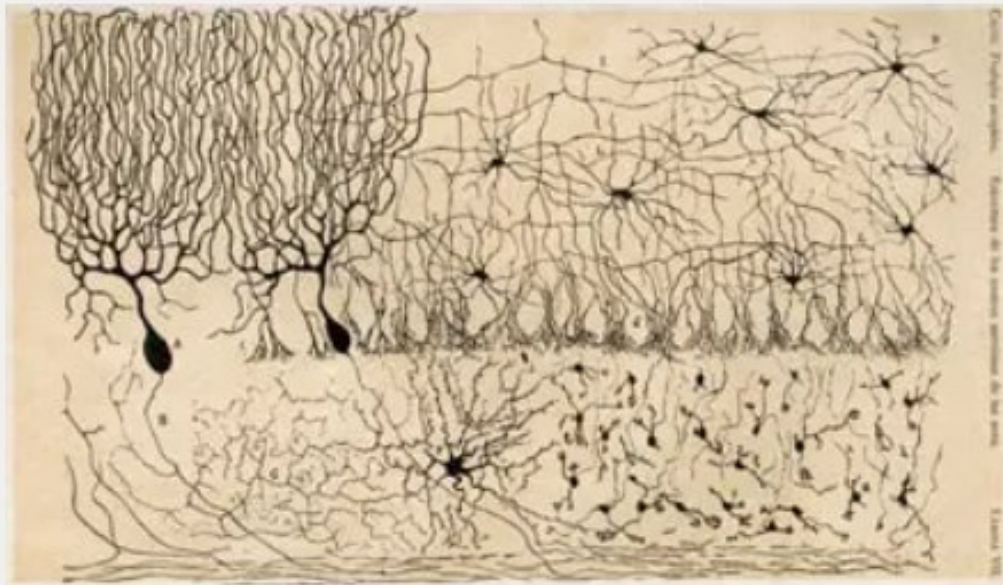


Spinal cord

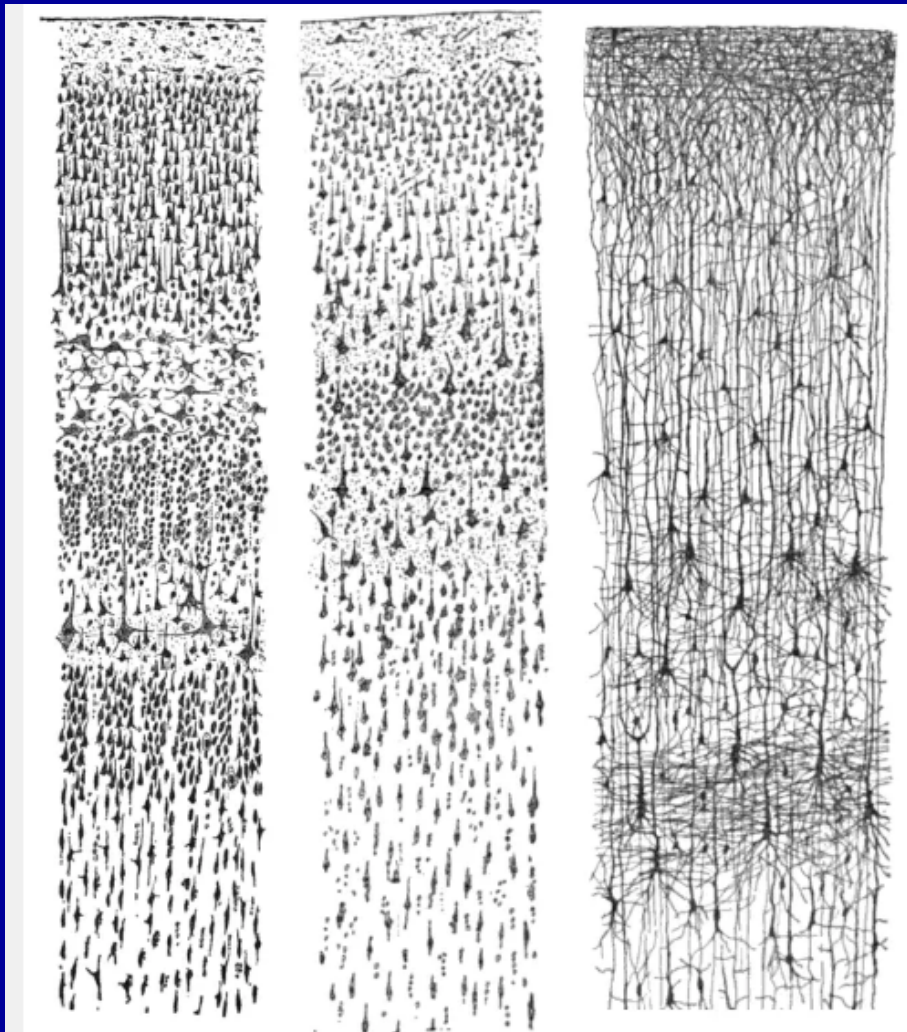
# Hippocampus







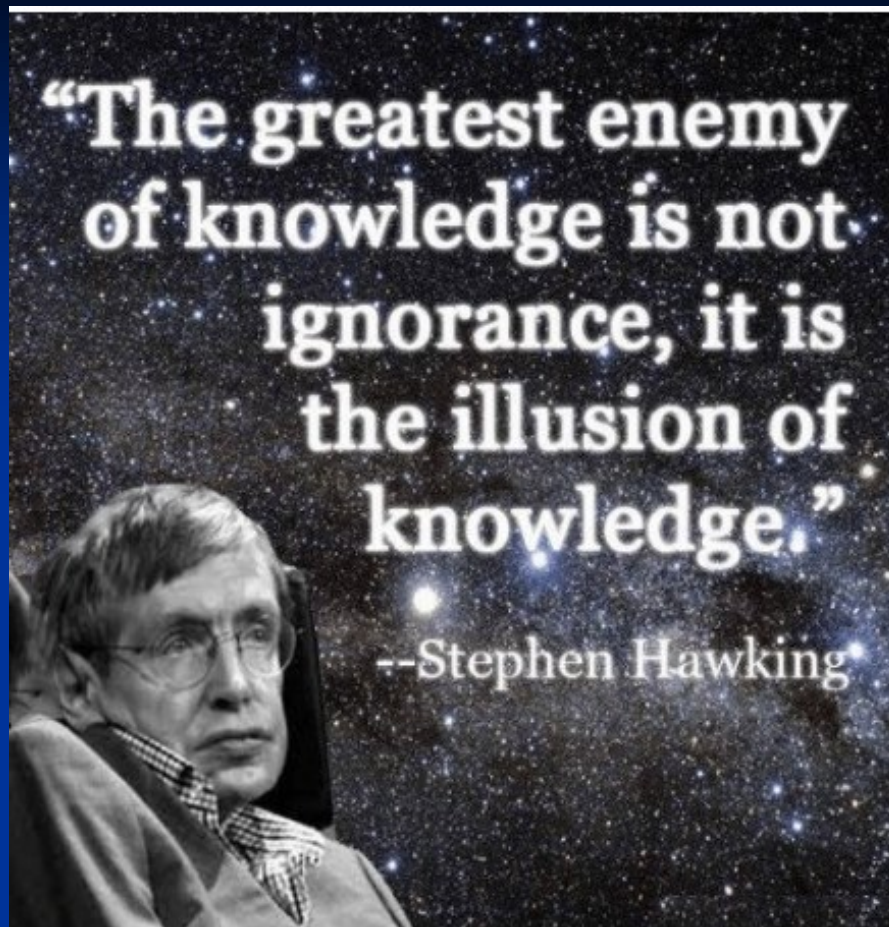
Cajal's depiction of neurons in the cerebellum.



Cajal's representation of the layers of the cerebral cortex.



A Purkinje cell, drawn by Cajal.



Ευχαριστώ για την προσοχή σας