



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Φυσιολογία PT_103

Εισαγωγή στη Νευροφυσιολογία
Νευρικός ιστός και οργάνωση



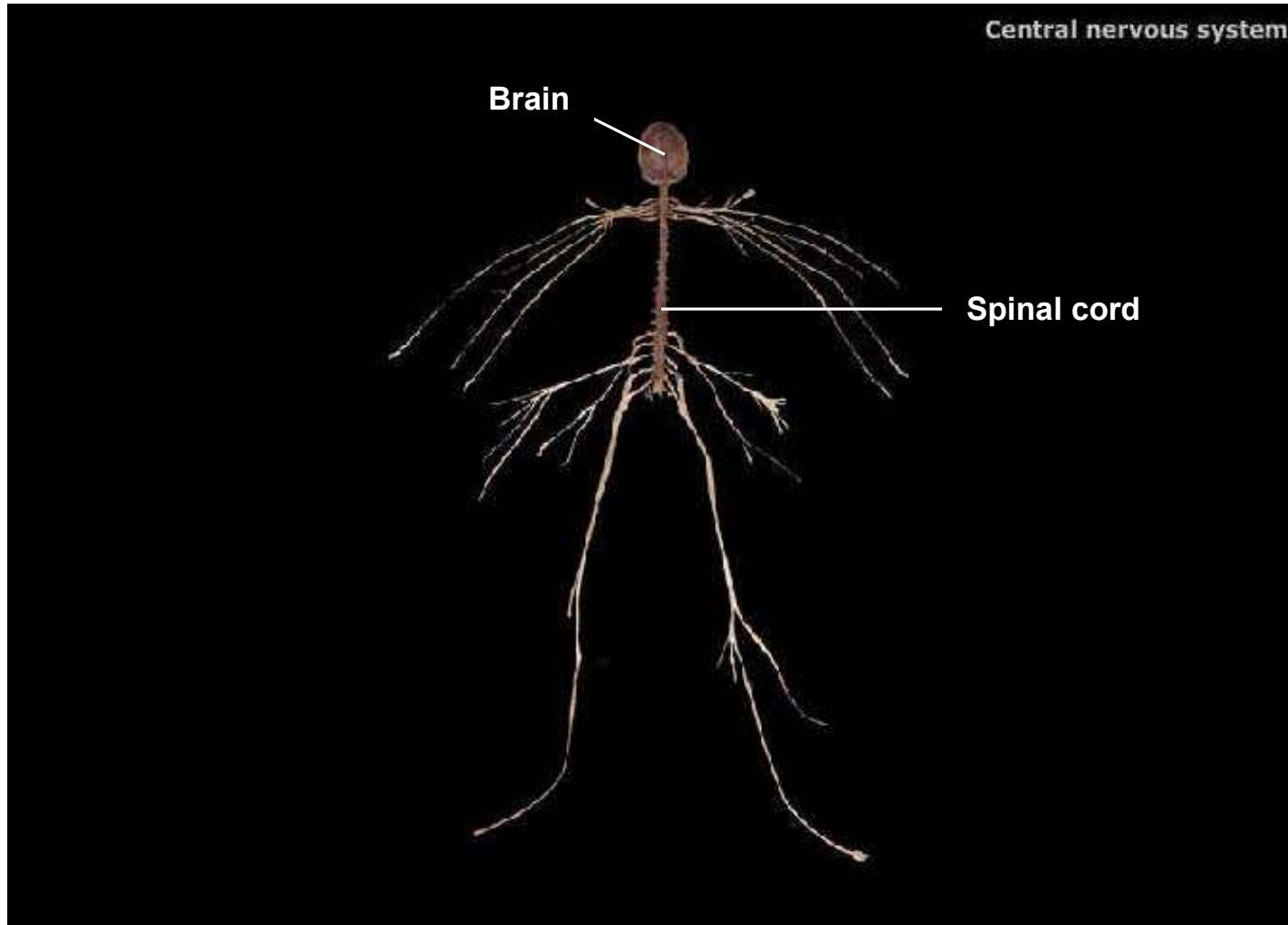
Το Νευρικό Σύστημα

- Περιλαμβάνει όλο τον νευρικό ιστό του σώματος
- Ο νευρικός ιστός περιλαμβάνει δύο είδη κυττάρων
 1. **Νευρώνες (Neurons)**
 - » Κύτταρα που στέλνουν και λαμβάνουν σήματα
 2. Νευρογλοία (νευρογλοιακά κύτταρα) **Neuroglia** (*glial cells*)
 - » Κύτταρα που υποστηρίζουν και προστατεύουν τους νευρώνες



Όργανα του Νευρικού Συστήματος

- Εγκέφαλος και νωτιαίος μυελός
- Αισθητηριακοί υποδοχείς οργάνων αίσθησης (μάτια, αυτιά κ.λπ.)
- Τα *νεύρα* συνδέουν το νευρικό σύστημα με άλλα συστήματα





Τμήματα του Νευρικού Συστήματος

- Ανατομικά Τμήματα του Νευρικού Συστήματος
 - Κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ)
 - Περιφερικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ)



Το Κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ)

- Αποτελείται από τον **νωτιαίο μυελό** και τον **εγκέφαλο**
- Περιλαμβάνει νευρικό ιστό, συνδετικούς ιστούς και αιμοφόρα αγγεία
- Οι λειτουργίες του ΚΝΣ είναι η επεξεργασία και ο συντονισμός :
 - Αισθητηριακών δεδομένων από το εσωτερικό και το εξωτερικό του σώματος
 - Κινητικών εντολών που ελέγχουν τις δραστηριότητες των περιφερικών οργάνων (π.χ. σκελετικοί μύες)
 - Ανωτέρων λειτουργιών νοημοσύνης, μνήμης, μάθησης, συναισθήματος



Το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ)

– Περιλαμβάνει όλο τον νευρικό ιστό εκτός του ΚΝΣ

Λειτουργίες του **ΠΝΣ**:

- Παράδοση αισθητηκών πληροφοριών στο ΚΝΣ
- Μεταφορά κινητικών εντολών σε περιφερειακούς ιστούς και συστήματα



Το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ)

- *Νεύρα (ονομάζονται επίσης περιφερικά νεύρα)*
 - Δέσμες νευρικών αξόνων με συνδετικούς ιστούς και αιμοφόρα αγγεία
 - Μεταφέρουν αισθητικές πληροφορίες και κινητικές εντολές στο ΠΝΣ
 - **Κρανιακά νεύρα** — συνδέονται με τον εγκέφαλο
 - **Νωτιαία νεύρα** — προσκολλώνται στον νωτιαίο μυελό



- **Λειτουργικά Τμήματα του ΠΝΣ**

- **Προσαγωγό Τμήμα (Afferent division)**

- Μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες
 - *Από τους αισθητικούς υποδοχείς ΠΝΣ στο ΚΝΣ*

- **Απαγωγό Τμήμα (Efferent division)**

- Μεταφέρει Κινητικές εντολές
 - Από το ΚΝΣ στους μύες και τους αδένες του ΠΝΣ



- **Λειτουργικά Τμήματα του ΠΝΣ**

- Υποδοχείς (Receptors) και τελεστές (effectors) του Προσαγωγού Τμήματος του ΠΝΣ

- **Υποδοχείς (Receptors)**

- Εντοπίζει αλλαγές ή ανταποκρίνεται σε ερεθίσματα
 - Νευρώνες και εξειδικευμένα κύτταρα
 - Πολύπλοκα αισθητήρια όργανα (π.χ. μάτια, αυτιά)

- **Τελεστές (Effectors)**

- Απόκριση σε απαγωγικά ερεθίσματα
 - Κύτταρα και όργανα



- **Λειτουργικά Τμήματα του ΠΝΣ**
 - Απαγωγό/Φυγόκεντρο Τμήμα (efferent)
 - **Σωματικό νευρικό σύστημα (SNS)**
 - Ελέγχει τις εκούσιες και ακούσιες (αντανακλαστικές) μυϊκές σκελετικές συσπάσεις



- **Λειτουργικά Τμήματα ΠΝΣ**

- The efferent division (Απαγωγό/Φυγόκεντρο)

- Τμήμα

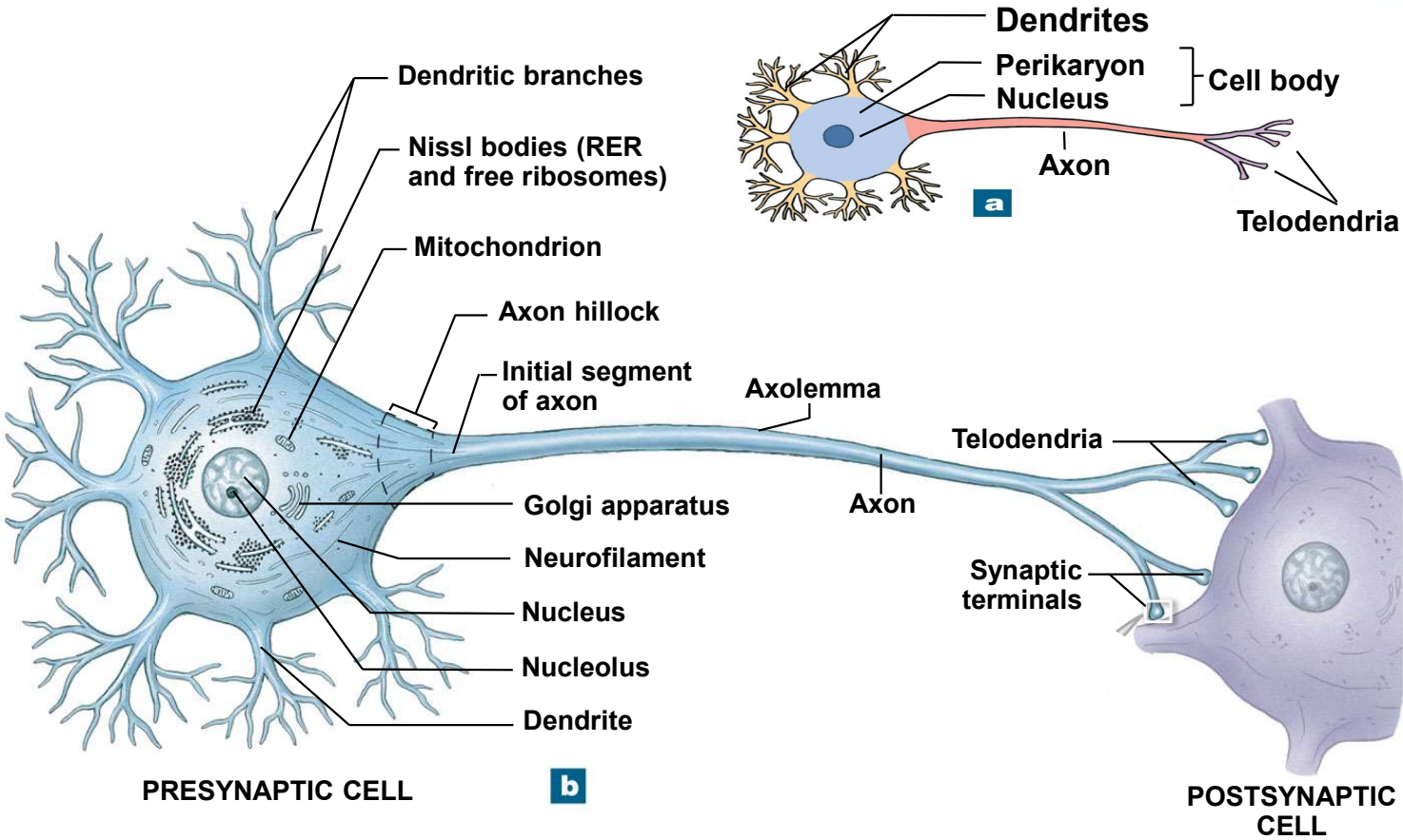
- **Αυτόνομο νευρικό σύστημα (ANS)**

- Ελέγχει τις ακούσιες ενέργειες, τις συσπάσεις των λείων μυών και του καρδιακού μυός και τις αδενικές εκκρίσεις

- Το **συμπαθητικό τμήμα** έχει διεγερτική δράση

- Το **παρασυμπαθητικό τμήμα** έχει χαλαρωτική δράση

Η ανατομία ενός πολυπολικού νευρώνα





Νευρώνες

- **Η σύναψη** (περιοχή όπου ένας νευρώνας επικοινωνεί με ένα άλλο κύτταρο)
 - *Προσυναπτικό κύτταρο*
 - Νευρώνας που στέλνει μήνυμα
 - *Μετασυναπτικό κύτταρο*
 - Κύτταρο που λαμβάνει μήνυμα
 - *Η συναπτική σχισμή*
 - Το μικρό χάσμα που χωρίζει την προσυναπτική μεμβράνη και τη μετασυναπτική μεμβράνη



- **Η Σύναψη**

- Το συναπτικό τερματικό

- Είναι μια διευρυμένη περιοχή του άξονα του προσυναπτικού νευρώνα

- Περιέχει συναπτικά κυστίδια **νευροδιαβιβαστών:**

- Είναι χημικοί αγγελιοφόροι

- Απελευθερώνονται στην προσυναπτική μεμβράνη

- Επηρεάζουν τους υποδοχείς της μετασυναπτικής μεμβράνης

- Διασπώνται από ένζυμα

- Επανασυναρμολογούνται στο συναπτικό τερματικό

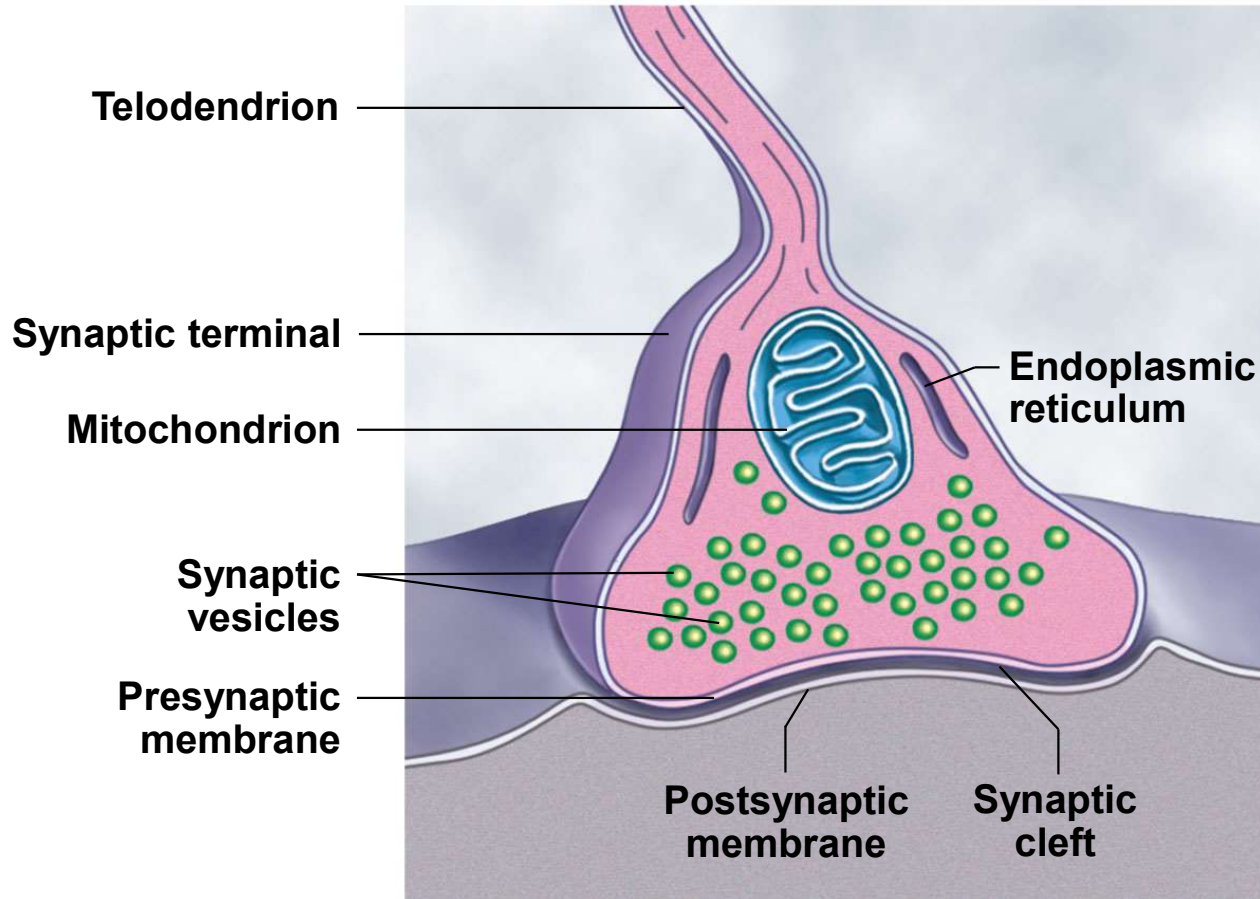


- **Τύποι Συνάψεων**
 - **Νευρομυϊκή συμβολή**
 - Σύναψη μεταξύ νευρώνα και μυός
 - **Νευροαδενική συμβολή**
 - Σύναψη μεταξύ νευρώνα και αδένα

Η δομή μιας τυπικής σύναψης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS





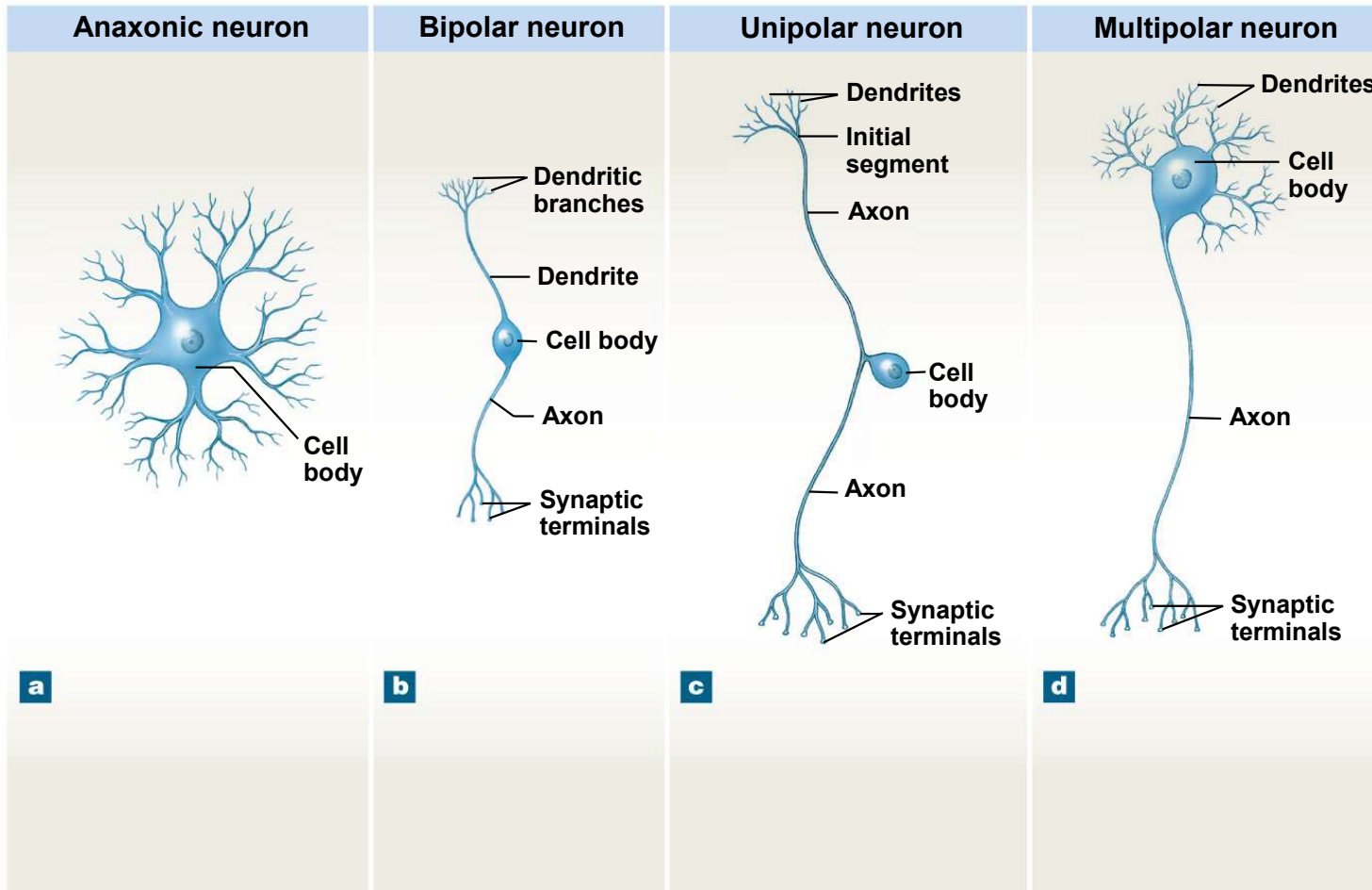
Νευρώνες

- Τρεις λειτουργικές ταξινομήσεις νευρώνων:
 - 1. Αισθητικοί νευρώνες**
 - Προσαγωγοί νευρώνες του ΠΝΣ
 - 2. Κινητικοί νευρώνες**
 - Απαγωγοί νευρώνες του ΠΝΣ
 - 3. Διανευρώνες (Interneurons)**
 - Νευρώνες συσχέτισης



- **Λειτουργίες αισθητικών νευρώνων**
 - Παρακολούθηση εσωτερικού περιβάλλοντος (**σπλαχνικοί αισθητικοί νευρώνες**)
 - Παρακολούθηση των επιπτώσεων του εξωτερικού περιβάλλοντος (**σωματικοί αισθητικοί νευρώνες**)
- **Δομές Αισθητικών Νευρώνων**
 - Μονοπολικοί
 - Κυτταρικά σώματα ομαδοποιημένα σε αισθητήρια γάγγλια
 - Εκτείνονται(προσαγωγές ίνες) εκτείνονται από τους αισθητηριακούς υποδοχείς έως το ΚΝΣ

Δομική Ταξινόμηση Νευρώνων





- **Τρεις τύποι αισθητικών υποδοχέων**

- 1. Εσωτερικοί υποδοχείς**

- Παρακολούθηση εσωτερικών συστημάτων (πεπτικό, αναπνευστικό, καρδιαγγειακό, ουροποιητικό, αναπαραγωγικό)
- Εσωτερικές αισθήσεις (γεύση, βαθιά πίεση, πόνος)

- 2. Εξωτερικοί υποδοχείς**

- Εξωτερικές αισθήσεις (αφή, θερμοκρασία, πίεση)
- Αισθήσεις απόστασης (όραση, όσφρηση, ακοή)

- 3. Ιδιοϋποδοχείς**

- Παρακολούθηση θέσης και κίνησης (σκελετικοί μύες και αρθρώσεις)



- Κινητικοί Νευρώνες

- Μεταφέρουν οδηγίες από το ΚΝΣ στους περιφερικούς τελεστές
- Μέσω **απαγωγών ινών** (άξονες)

- Δύο κύρια συστήματα απαγωγών ινών:

1. Σωματικό νευρικό σύστημα (ΣΝΣ)

- Περιλαμβάνει όλους τους σωματικούς κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τους σκελετικούς μύες

2. Αυτόνομο (σπλαχνικό) νευρικό σύστημα (ΑΝΣ)

- Οι σπλαχνικοί κινητικοί νευρώνες νευρώνουν όλους τους άλλους περιφερειακούς τελεστές
 - » Λείοι μυες, καρδιακός μυς, αδένες, λιπώδης ιστός



- **Διανευρώνες**

- Τα περισσότερα βρίσκονται στον εγκέφαλο, στο νωτιαίο μυελό και στα γάγγλια του ΑΝΣ
 - Μεταξύ αισθητικών και κινητικών νευρώνων
- Είναι υπεύθυνοι για :
 - Διανομή αισθητικών πληροφοριών
 - Συντονισμός κινητικής δραστηριότητας
- Εμπλέκονται σε ανώτερες λειτουργίες:
 - Μνήμη, προγραμματισμός, μάθηση

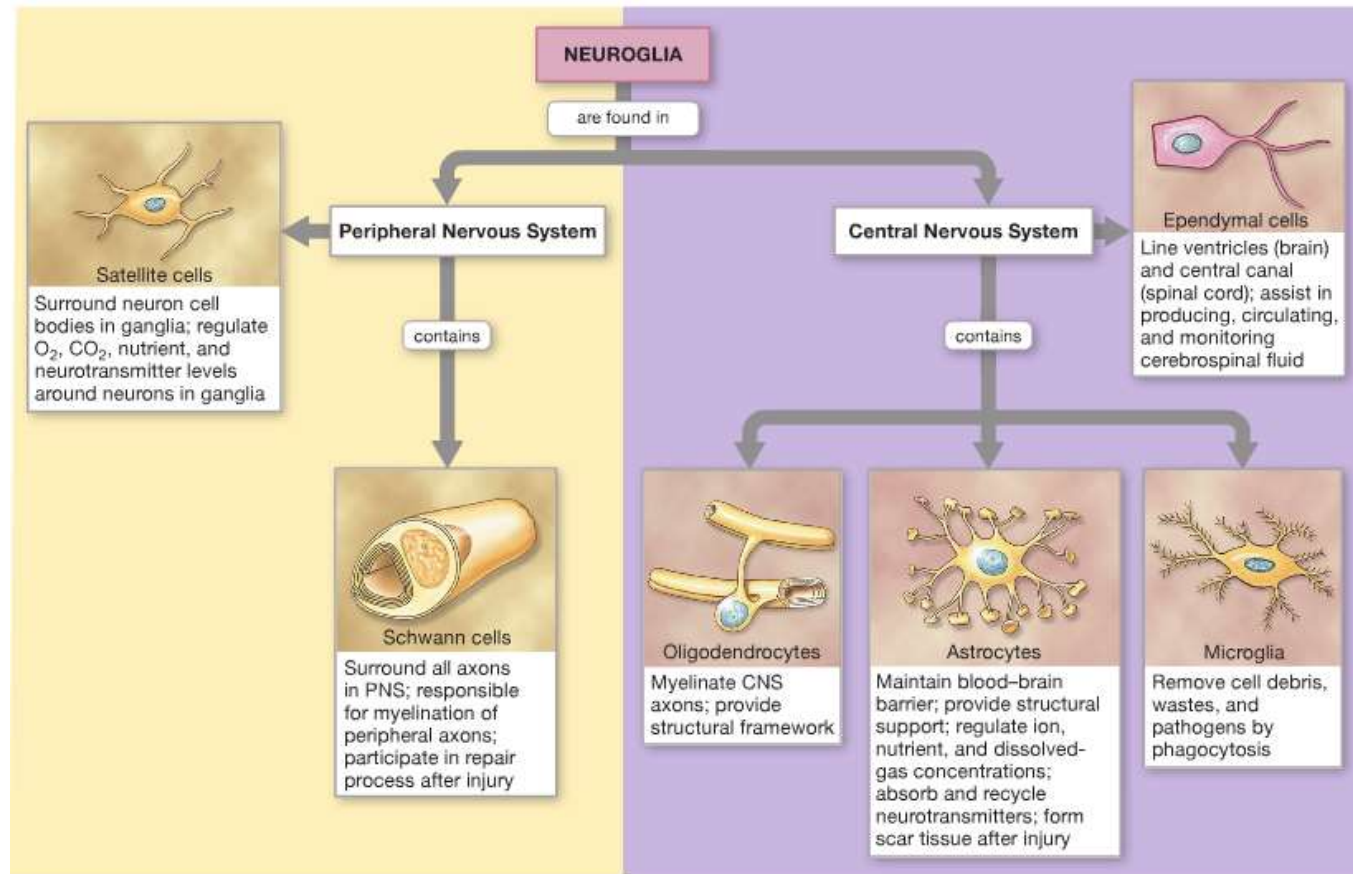


Νευρογλοία (νευρογλοιακά κύτταρα)

- ΤΑ ΝΕΥΡΟΓΛΟΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ δεν στέλνουν σήματα.
- Υποστηρίζουν τους νευρώνες μεταβολικά και λειτουργικά.
- Συγκρατούν τους νευρώνες μαζί.
- Επιτρέπουν στους νευρώνες να :
 - Μεγαλώσουν
 - Τραφούν
 - Δημιουργία και χρήση συνάψεων
 - Αποκατάσταση κατεστραμμένου νευρικού ιστού



- Τέσσερις τύποι νευρογλοίας στο ΚΝΣ
 - 1. Επενδυματικά κύτταρα**
 - Κύτταρα με εξαιρετικά διακλαδισμένες απολίξεις.
 - 2. Αστροκύτταρα**
 - Μεγάλα κυτταρικά σώματα με πολλές απολίξεις
 - 3. Ολιγοδενδροκύτταρα**
 - Μικρότερα κυτταρικά σώματα με λιγότερες απολίξεις
 - 4. Μικρογλοία**
 - Η μικρότερη και λιγότερο πολυάριθμη νευρογλοία με πολλές λεπτές διακλαδώσεις





- **Neuroglia of the Peripheral Nervous System**

- **Ganglia**

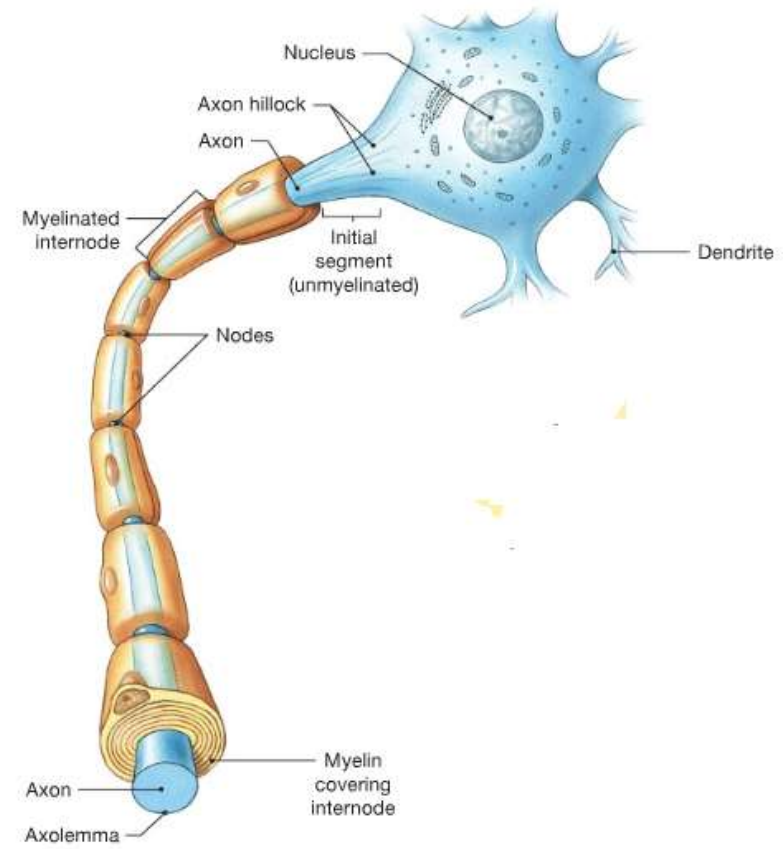
- Masses of neuron cell bodies
- Surrounded by neuroglia
- Found in the PNS

- **Satellite cells**

- Also called *amphicytes*
- Surround ganglia
- Regulate environment around neuron



- Neuroglia of the Peripheral Nervous System
 - **Schwann cells**
 - Also called *neurilemma cells*
 - Form **myelin sheath (neurilemma)** around peripheral axons
 - One Schwann cell sheaths one segment of axon
 - Many Schwann cells sheath entire axon





Neuronal Physiology

- Nerve tissues are excitable.
- They can undergo rapid changes in their membrane potentials.
- They can change their resting potentials into electrical signals.



Transmembrane Potential

- **Ion Movements and Electrical Signals**
 - All plasma (cell) membranes produce electrical signals by ion movements
 - *Transmembrane potential* is particularly important to neurons



Transmembrane Potential

- **Five Main Membrane Processes in Neural Activities**

1. *Resting potential*

- The *transmembrane potential* of resting cell

2. *Graded potential*

- Temporary, localized change in resting potential
- Caused by stimulus

Transmembrane Potential



3. *Action potential*

- Is an electrical impulse
- Produced by graded potential
- Propagates along surface of axon to synapse

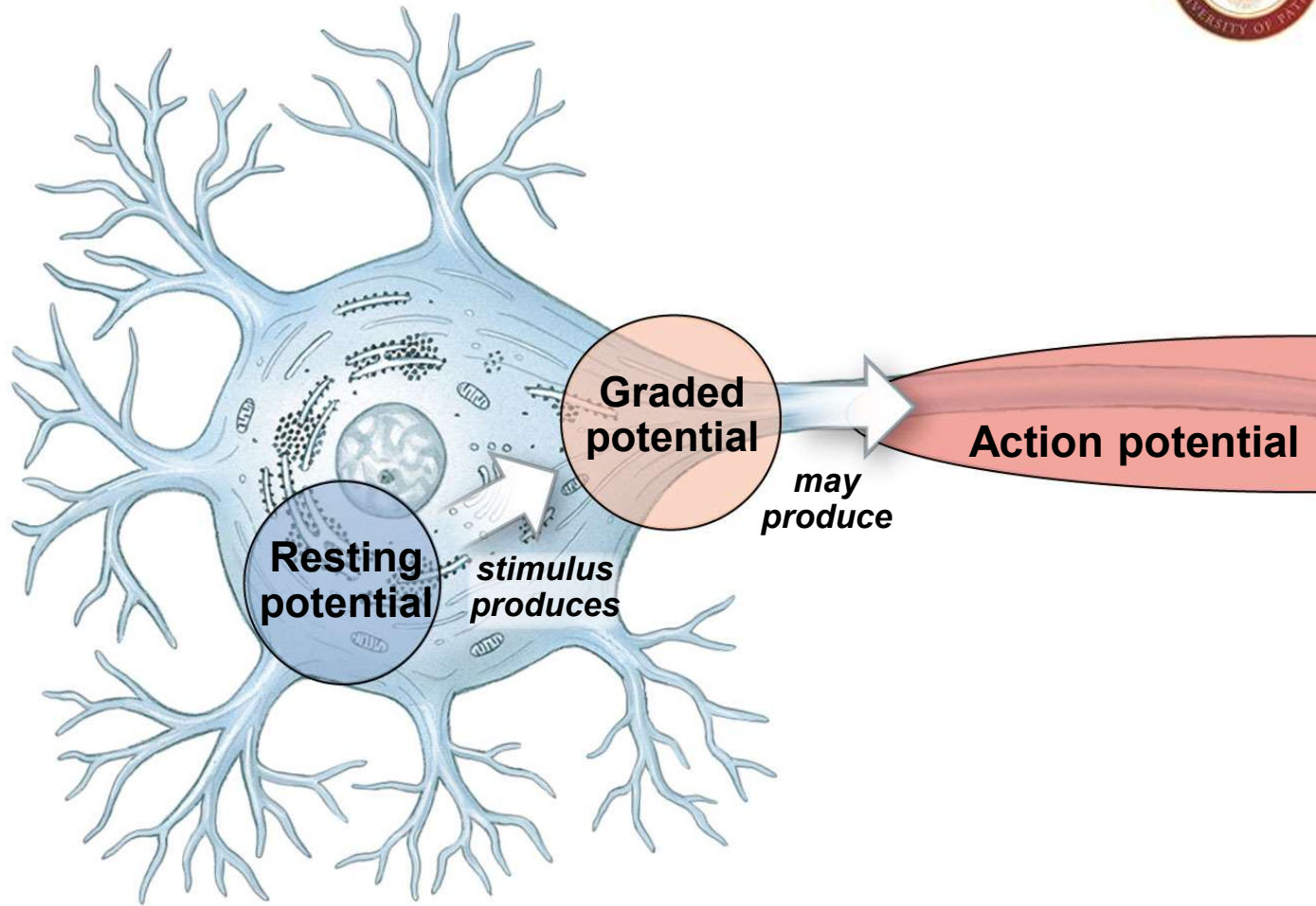
4. *Synaptic activity*

- Releases neurotransmitters at presynaptic membrane
- Produces graded potentials in postsynaptic membrane

5. *Information processing*

- Response (integration of stimuli) of postsynaptic cell

An Overview of Neural Activities

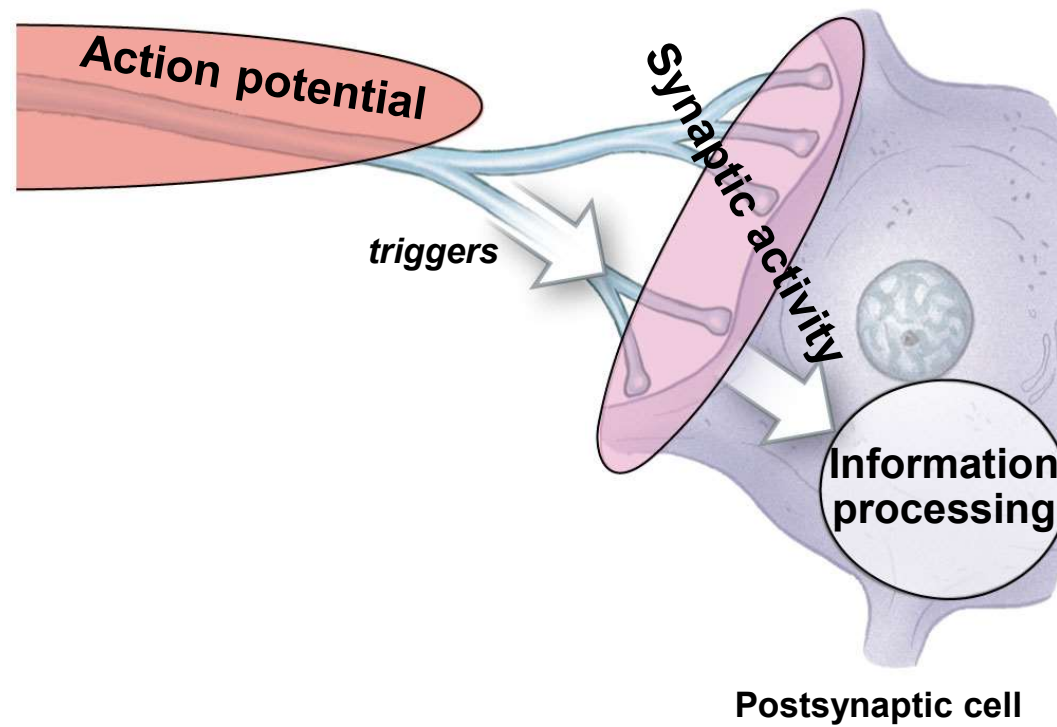


Presynaptic neuron

An Overview of Neural Activities



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS





Transmembrane Potential

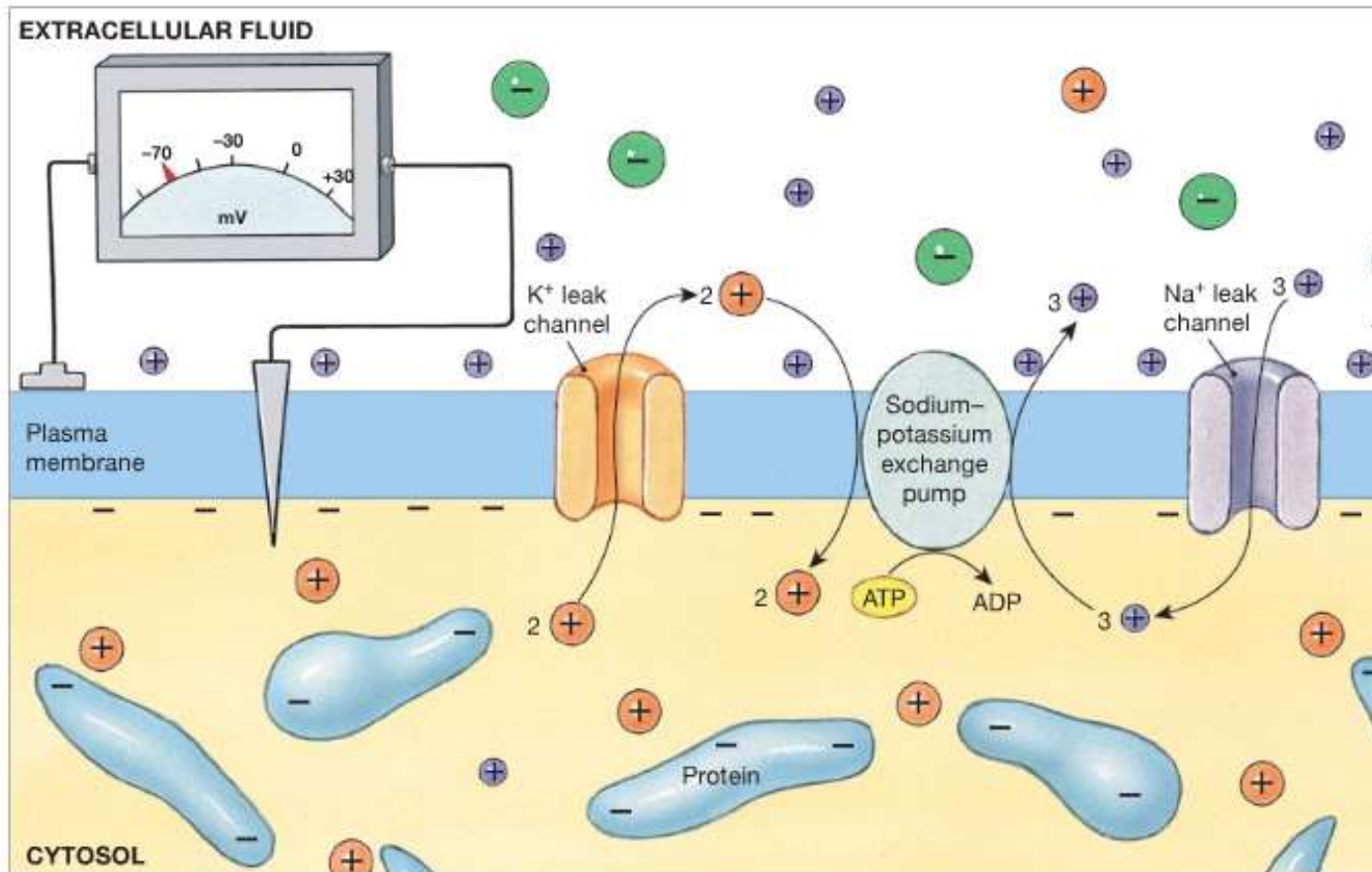
- Three important concepts

1. *The extracellular fluid (ECF) and intracellular fluid (cytosol) differ greatly in ionic composition*
 - Concentration gradient of ions (sodium Na^+ , potassium K^+)
2. *Cells have selectively permeable membranes*
3. *Membrane permeability varies by ion*



Transmembrane Potential

- Passive Forces acting Across the Plasma Membrane
 - Chemical gradients
 - Concentration gradients (*chemical gradient*) of ions (Na⁺, K⁺)
 - Electrical gradients
 - Separate charges of positive and negative ions
 - Result in *potential difference*





- Active Forces across the Membrane
 - *Sodium–potassium ATPase* (exchange pump)
 - Is powered by ATP
 - Carries 3 Na⁺ out and 2 K⁺ in
 - Balances passive forces of diffusion
 - Maintains resting potential (–70 mV)



Sodium and Potassium Channels

- Membrane permeability to Na^+ and K^+ determines transmembrane potential
- They are either passive or active
- **Passive Channels (Leak Channels)**
 - Are always open
 - Permeability changes with conditions
- **Active Channels (Gated Channels)**
 - Open and close in response to stimuli
 - At resting potential, most gated channels are closed



- Three Classes of Gated Channels
 1. Chemically gated channels
 2. Voltage-gated channels
 3. Mechanically gated channels



DEPOLARIZATION and REPOLARIZATION

- The process of changing and then reestablishing resting membrane potential.
- There are four types of membrane potential.
 - Polarization
 - Depolarization
 - Repolarization
 - Hyperpolarization



POLARIZATION

- Polarization - A -70mV charge has been established. (i.e. the membrane is polarized or has potential).
- Maintenance of resting potential.
- This is the resting state, waiting for action.

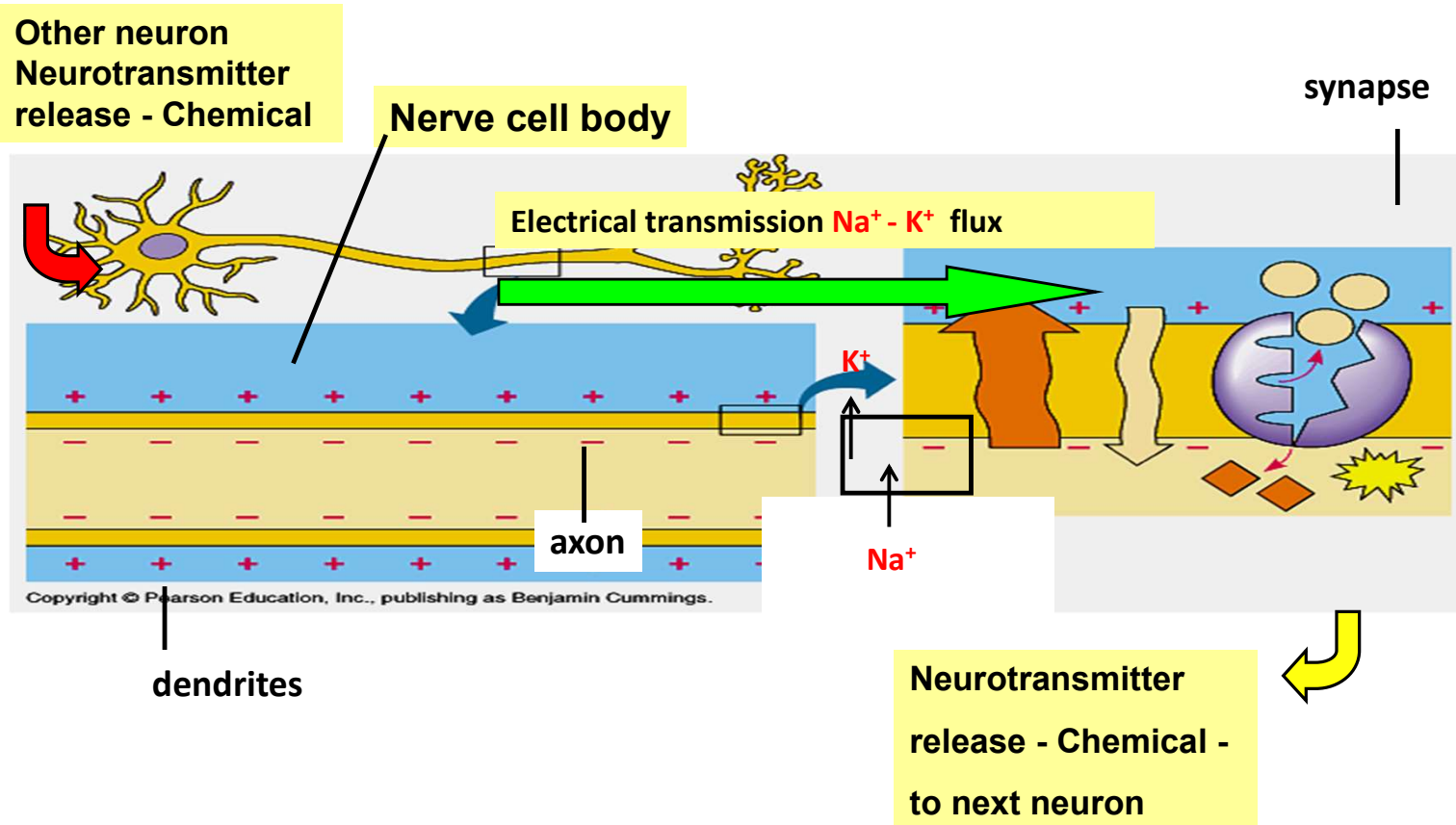


DEPOLARIZATION

- Depolarization - This change makes the membrane less negative (-70 towards 0mV).
- This is the change that generates the action potential.
- If the generated potential does not reach a threshold (~62 mV) it does not generate an action potential, but results in a graded potential
- All stimuli (regardless their strength) that bring the membrane to threshold generate identical action potentials. This concept is known as **all-or-none principle**.



The Neuron





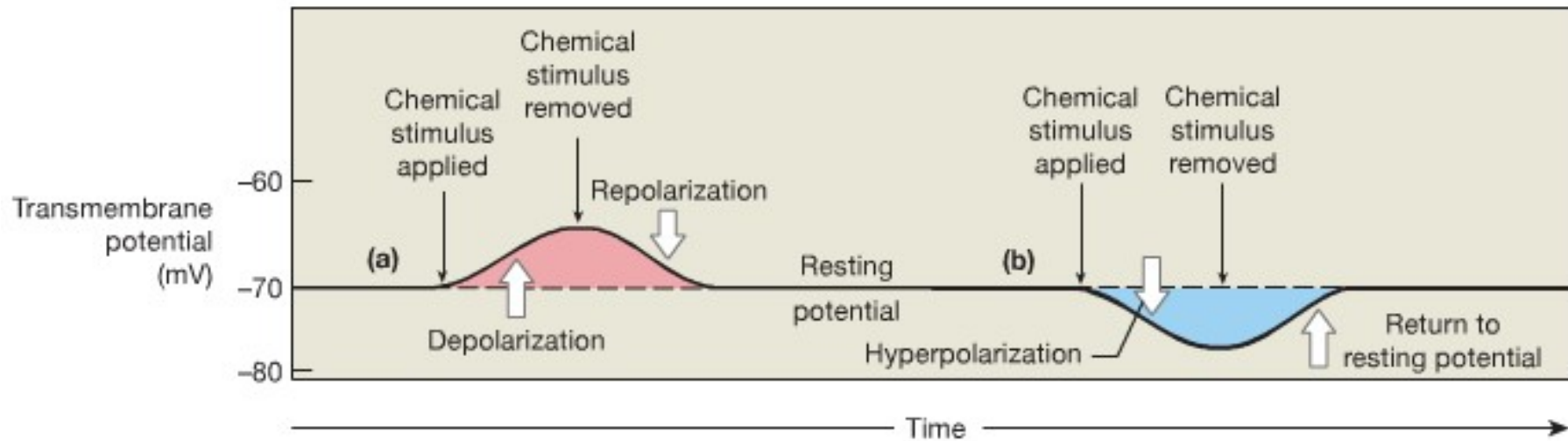
RE-POLARIZATION

- Repolarization - A return to resting potential after depolarization.
- The electrical charge moves back towards negative -70mV .
- Re-establishing the original potential it had prior to depolarization.



HYPER-POLARIZATION

- Hyperpolarization - This makes the membrane more polarized, more negative inside.
- For a brief period of time the electrical potential of the membrane goes beyond -70mV to -90mV .
- This makes it harder to depolarize the membrane again.





- Four Steps in the Generation of Action Potentials
 - Step 1: Depolarization to threshold
 - Step 2: Activation of Na^+ channels
 - Step 3: Inactivation of Na^+ channels and activation of K^+ channels
 - Step 4: Return to normal permeability



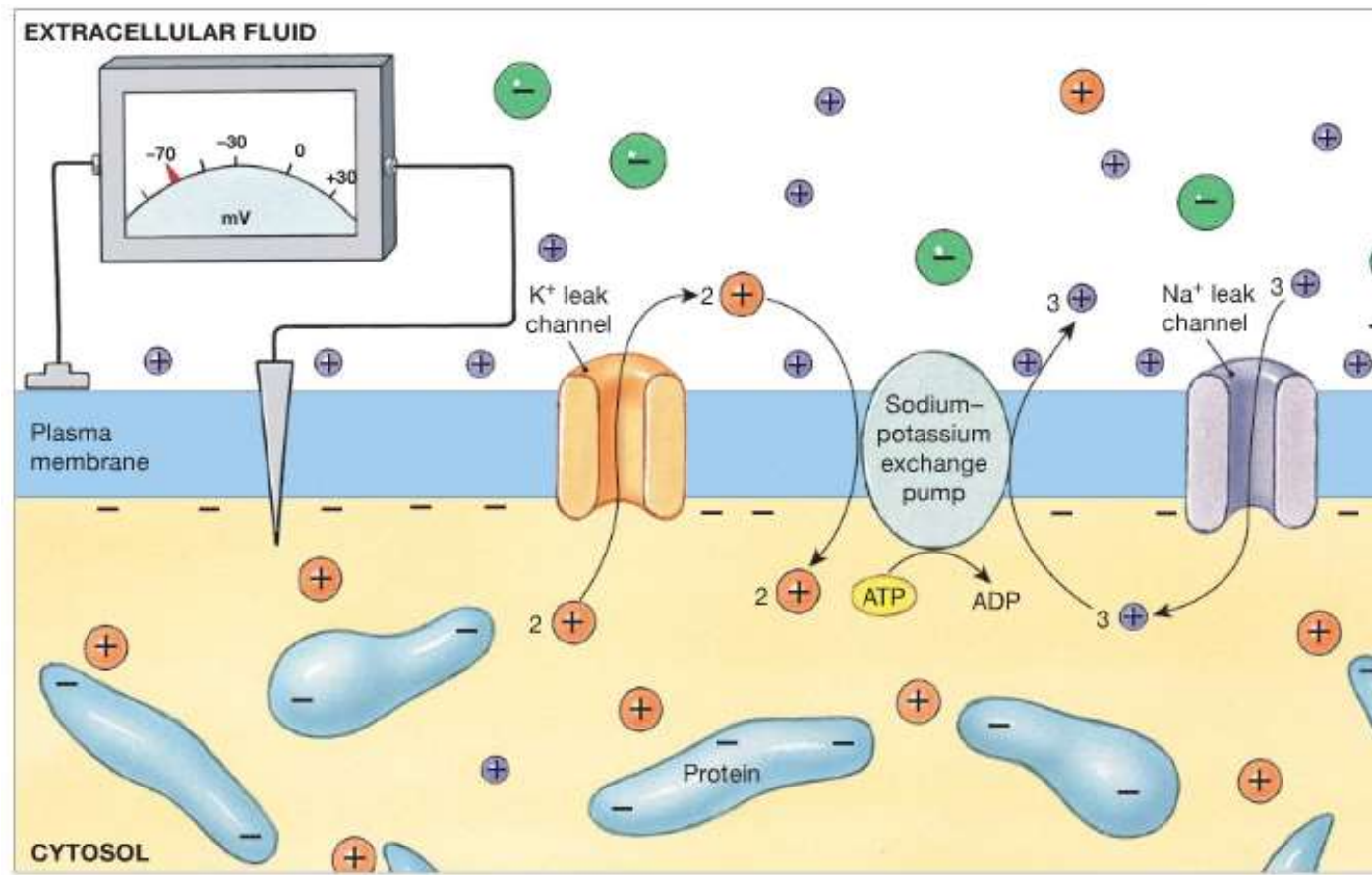
- **Step 1: Depolarization to threshold**
- **Step 2: Activation of Na⁺ channels**
 - Rapid depolarization
 - Na⁺ ions rush into cytoplasm
 - Inner membrane changes from negative to positive



- **Step 3: Inactivation of Na⁺ channels and activation of K⁺ channels**
 - At +30 mV
 - Inactivation gates close (Na⁺ channel inactivation)
 - K⁺ channels open
 - Repolarization begins



- **Step 4: Return to normal permeability**
 - K⁺ channels begin to close
 - When membrane reaches normal resting potential (–70 mV)
 - K⁺ channels finish closing
 - Membrane is hyperpolarized to –90 mV
 - Transmembrane potential returns to resting level
 - Action potential is over



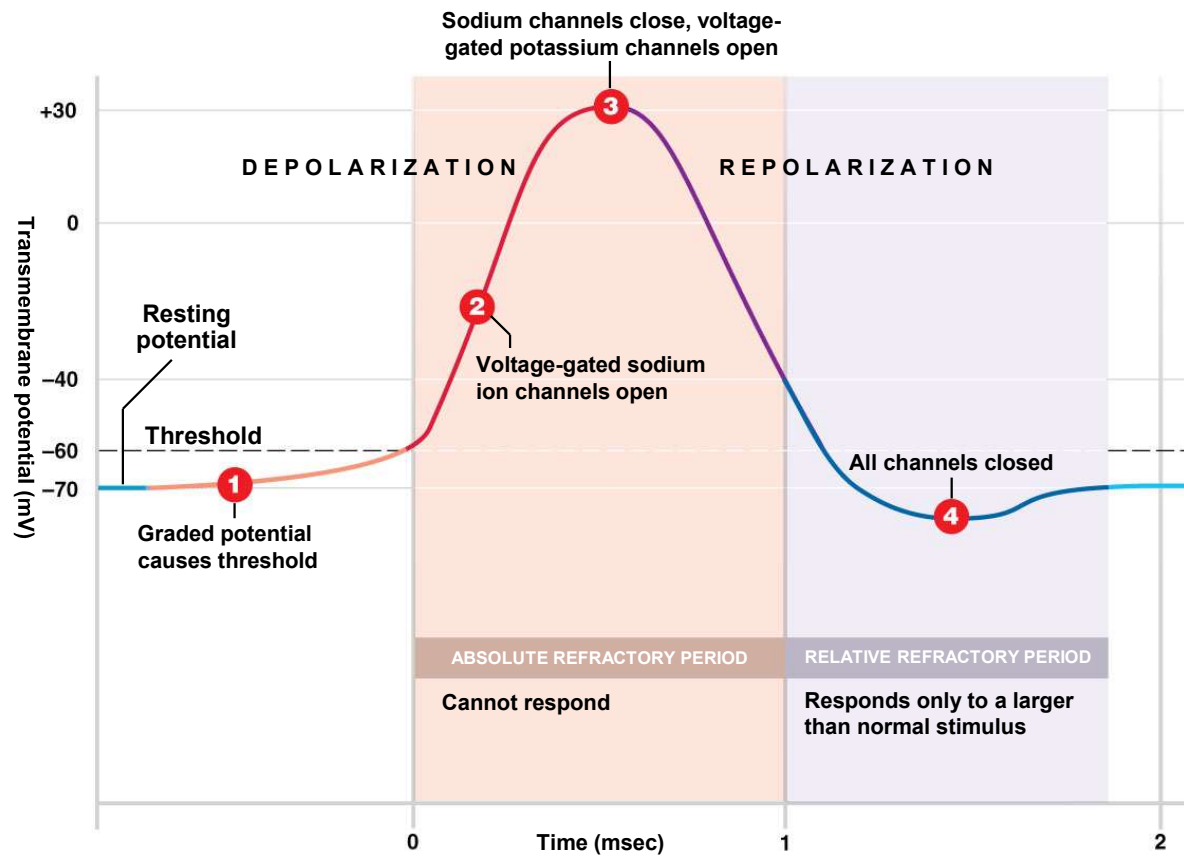


- The **Refractory Period**
 - The time period
 - From beginning of action potential
 - To return to resting state
 - During which membrane will not respond normally to additional stimuli



- **Absolute Refractory Period**
 - Sodium channels open or inactivated
 - No action potential possible
- **Relative Refractory Period**
 - Membrane potential almost normal
 - Very large stimulus can initiate action potential

Generation of an Action Potential





- Propagation of Action Potentials
 - **Propagation (διάδοση)**
 - Moves action potentials generated in axon hillock
 - Along entire length of axon
 - Two methods of propagating action potentials
 - 1. Continuous propagation** (unmyelinated axons)
 - 2. Saltatory propagation** (myelinated axons)



Continuous Propagation

- Of action potentials along an unmyelinated axon
- Affects one segment of axon at a time
- Steps in propagation
 - Step 1: Action potential in segment 1
 - Depolarizes membrane to +30 mV
 - Local current
 - Step 2: Depolarizes second segment to threshold
 - Second segment develops action potential
 - Step 3: First segment enters refractory period
 - Step 4: Local current depolarizes next segment
- Cycle repeats
 - Action potential travels in one direction (1 m/sec)



- **Saltatory Propagation**

- Action potential along myelinated axon
- Faster and uses less energy than continuous propagation
- Myelin insulates axon, prevents continuous propagation
- Local current “jumps” from node to node
- Depolarization occurs only at nodes

Axon diameter and propagation speed



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

- Ion movement is related to cytoplasm concentration
- Axon diameter affects action potential speed
- The larger the diameter, the lower the resistance



Three Groups of Axons

- 1. Type A fibers**
 - 2. Type B fibers**
 - 3. Type C fibers**
- These groups are classified by:
 - Diameter
 - Myelination
 - Speed of action potentials



Type A Fibers

- Myelinated
- Large diameter (4 - 20 μm)
- High speed (140 m/sec)
- Carry rapid information to/from CNS
- For example, position, balance, touch, and motor impulses



Type B Fibers

- Myelinated
- Medium diameter (2 - 4 μm)
- Medium speed (18 m/sec)
- Carry intermediate signals
- For example, sensory information, peripheral effectors



Type C Fibers

- Unmyelinated
- Small diameter ($2 < \mu\text{m}$)
- Slow speed (1 m/sec)
- Carry slower information
- For example, involuntary muscle, gland controls

Information



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

- “Information” travels within the nervous system
 - As propagated electrical signals (action potentials)
- The most important information (vision, balance, motor commands)
 - Is carried by large-diameter, myelinated axons



- Synaptic Activity
 - Action potentials (nerve impulses)
 - Are transmitted from **presynaptic neuron**
 - To **postsynaptic neuron** (or other postsynaptic cell)
 - Across a synapse



Synapses

- Impulses are transmitted from one nerve cell to another cell at synapses
- A synapse can either increase or decrease the likelihood that the postsynaptic neuron will fire action potentials



How does a synapse work?

- Fundamentally there are 2 types of synapses:
electrical and chemical
- Most of the synapses in human are chemical e.g. they work by means of neurotransmitters.



- **Electrical Synapses**

- Are locked together at gap junctions (*connexons*)
- Allow ions to pass between cells
- Produce continuous local current and action potential propagation
- Are found in areas of brain, eye, *ciliary ganglia*



- **Chemical Synapses**

- Are found in most synapses between neurons and all synapses between neurons and other cells
- Cells not in direct contact
- Action potential *may or may not* be propagated to postsynaptic cell, depending on:
 - Amount of neurotransmitter released
 - Sensitivity of postsynaptic cell



Two Classes of Neurotransmitters

1. **Excitatory neurotransmitters**

- Cause depolarization of postsynaptic membranes
- Promote action potentials

2. **Inhibitory neurotransmitters**

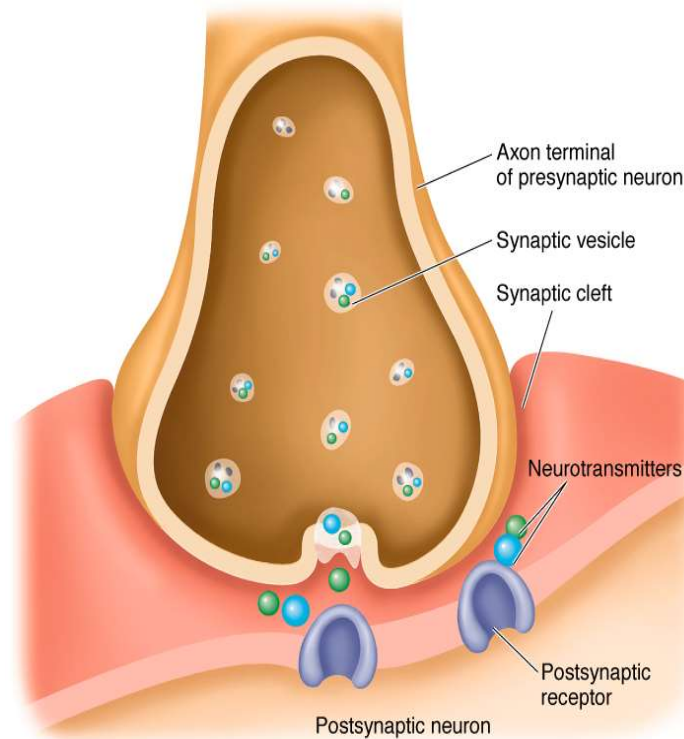
- Cause hyperpolarization of postsynaptic membranes
- Suppress action potentials



Chemical Synapse

A Chemical Synapse involves:

- a presynaptic axon terminal,
- a postsynaptic receptor,
- neurotransmitters, and
- the space between them (synaptic cleft)





- **Synaptic Delay**

- A synaptic delay of 0.2–0.5 msec occurs between:
 - Arrival of action potential at synaptic terminal
 - And effect on postsynaptic membrane
- Fewer synapses mean faster response
- Reflexes may involve only one synapse



- **Synaptic Fatigue**

- Occurs when neurotransmitter cannot recycle fast enough to meet demands of intense stimuli
- Synapse inactive until ACh is replenished



Neurotransmitters

- 1) Acetylcholine (Ach)
- 2) Biogenic amines
 - i - dopamine
 - ii- norepinephrine
 - iii- serotonin
 - iv- Gamma aminobutyric acid (GABA)
- 3) others



- **Neuromodulators**

- Other chemicals released by synaptic terminals
- Similar in function to neurotransmitters
- Characteristics of **neuromodulators**
 - Effects are long term, slow to appear
 - Responses involve multiple steps, intermediary compounds
 - Affect presynaptic membrane, postsynaptic membrane, or both
 - Released alone or with a neurotransmitter



- **Neuropeptides**

- Neuromodulators that bind to receptors and activate enzymes

- **Opioids**

- Neuromodulators in the CNS
- Bind to the same receptors as *opium* or *morphine*
- Relieve pain

- Enkephalins
 - Endomorphins
 - Endorphins
 - Dynorphins



- **Postsynaptic Potentials**

- Graded potentials developed in a postsynaptic cell

- In response to neurotransmitters

- Two Types of Postsynaptic Potentials

- 1. Excitatory postsynaptic potential (EPSP)**

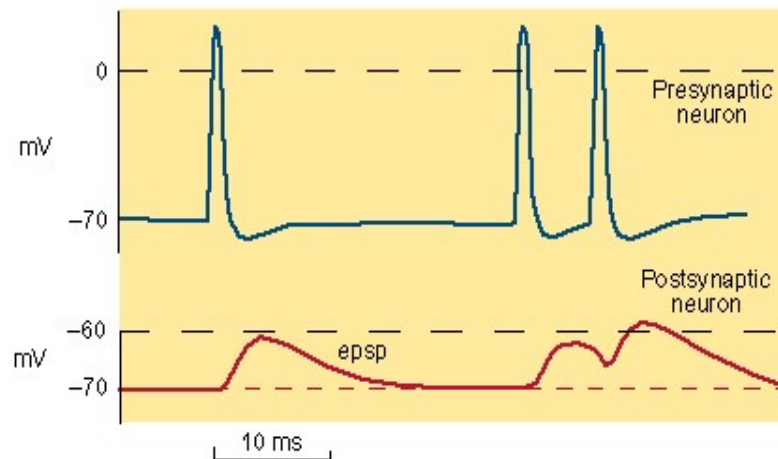
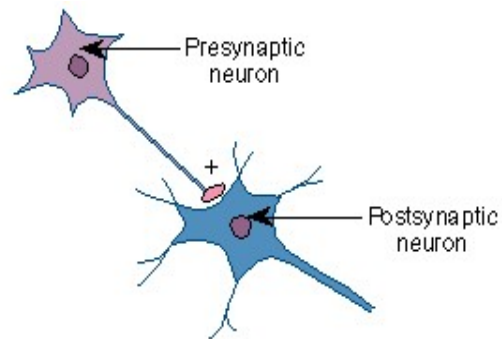
- Graded depolarization of postsynaptic membrane

- 2. Inhibitory postsynaptic potential (IPSP)**

- Graded hyperpolarization of postsynaptic membrane

Διεγερτικό μετασυναπτικό δυναμικό

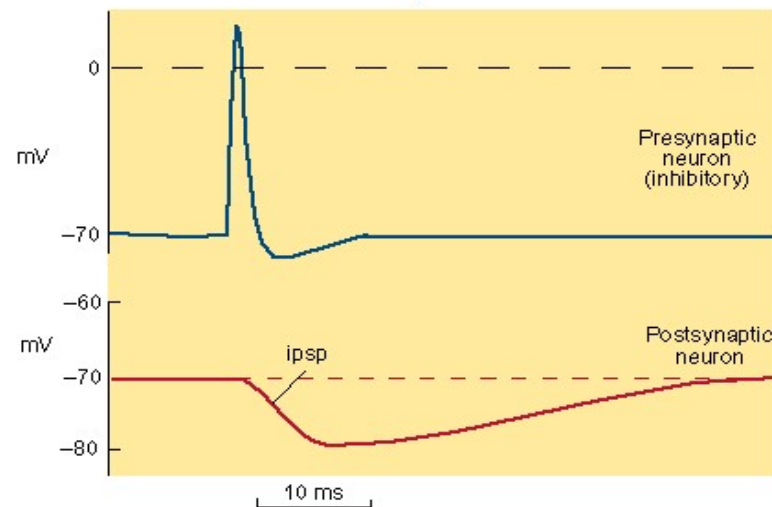
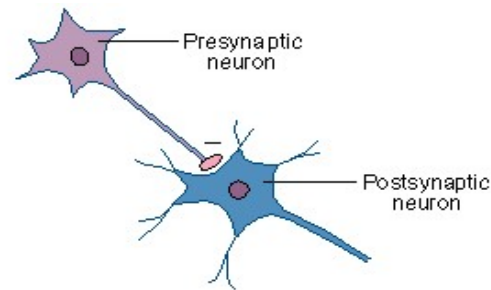
- Μια διεγερτική σύναψη αυξάνει την πιθανότητα εκπόλωσης του μετασυναπτικού κυττάρου.
- Αυτό γίνεται με την αποπόλωση της μεμβράνης.





Ανασταλτικό μετασυναπτικό δυναμικό

- Μια ανασταλτική σύναψη μειώνει την πιθανότητα εκπόλωσης του μετασυναπτικού κυττάρου.
- Αυτό γίνεται με υπερπόλωση της μεμβράνης





- **Αναχαίτηση (Inhibition)**

- Ένας νευρώνας που λαμβάνει πολλά IPSPs:
 - **Εμποδίζεται** να παράγει δυναμικό δράσης
 - Επειδή η διέγερση που απαιτείται για την επίτευξη του κατωφλίου είναι αυξημένη

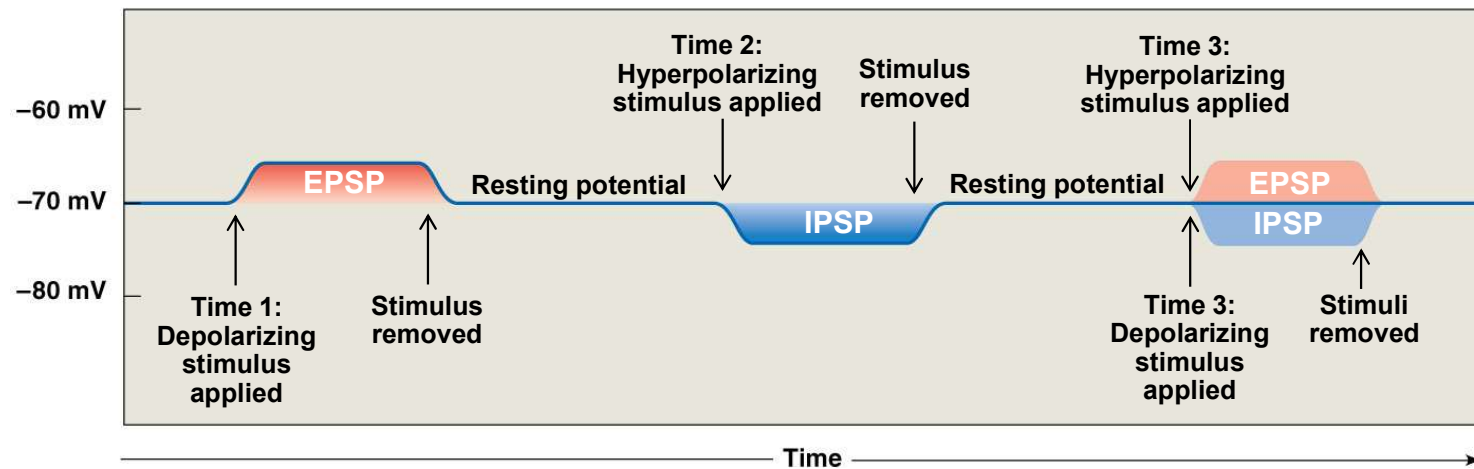
- **Άθροιση (Summation)**

- Για να ενεργοποιηθεί ένα δυναμικό δράσης:
 - Ένα EPSP is not enough
 - Τα EPSPs (και τα IPSPs) συνδυάζονται μέσω άθροισης
 1. Χρονική άθροιση
 2. Χωρική άθροιση



- **Χρονική άθροιση**
 - Πολλαπλές φορές
 - Γρήγορα, επαναλαμβανόμενα ερεθίσματα σε μία σύναψη
- **Χωρική άθροιση**
 - Πολλαπλές τοποθεσίες
 - *Πολλά ερεθίσματα, φτάνουν σε πολλαπλές συνάψεις*

Interactions between EPSPs and IPSPs





- **Διευκόλυνση (Facilitation)**

- Ένας νευρώνας **διευκολύνεται:**

- Καθώς τα EPSPs συσσωρεύονται
 - Αύξηση του διαμεμβρανικού δυναμικού πιο κοντά στο κατώφλι πυροδότησης
 - Μέχρι που ένα μικρό ερέθισμα μπορεί να ενεργοποιήσει το δυναμικό δράσης



- **Αξοαξονικές Συνάψεις**
 - Συνάψεις μεταξύ των αξόνων δύο νευρώνων
 - **Προσυναπτική αναστολή**
 - Δράση μιας αξοαξονικής σύναψης σε ένα συναπτικό τερματικό που *μειώνει* τον νευροδιαβιβαστή που απελευθερώνεται από την προσυναπτική μεμβράνη
 - **Προσυναπτική διευκόλυνση**
 - Δράση μιας αξοαξονικής σύναψης σε ένα συναπτικό τερματικό που *αυξάνει* τον νευροδιαβιβαστή που απελευθερώνεται από την προσυναπτική μεμβράνη

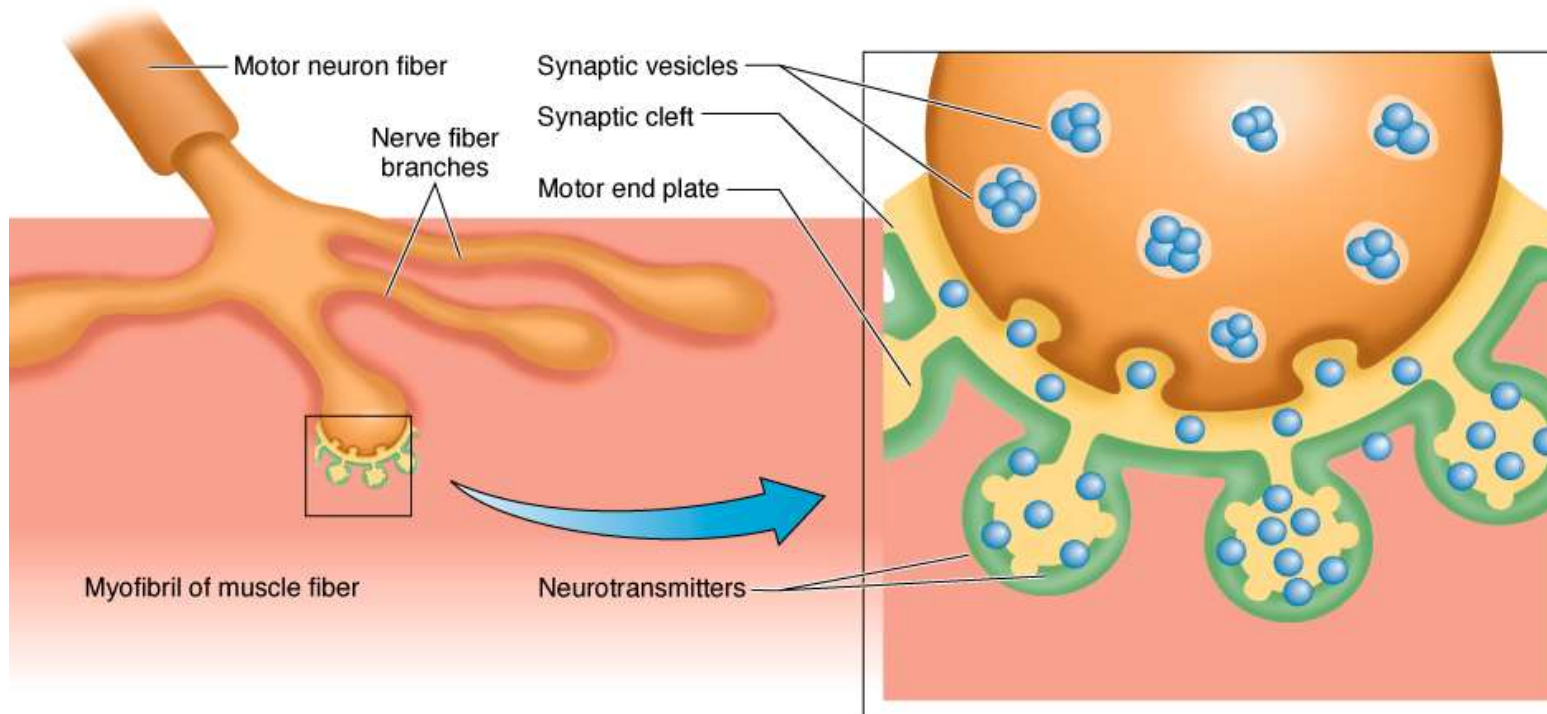


Η Νευρομυϊκή Σύνδεση Διασταύρωση (The Neuromuscular Junction)

- Η διασταύρωση αυτή είναι μια θέση όπου ένας κινητικός νευρώνας επικοινωνεί με μια μυϊκή ίνα.
- Το τερματικό του κινητικού άξονα απελευθερώνει νευροδιαβιβαστές (γενικά **ακετυλοχολίνη**) που ταξιδεύουν σε μια συναπτική σχισμή και συνδέονται με υποδοχείς σε μια μυϊκή ίνα.
- Αυτή η δέσμευση προκαλεί εκπόλωση, προκαλώντας έτσι ένα δυναμικό δράσης.
- Το δυναμικό δράσης εξαπλώνεται σε όλο το σαρκόλημμα προκαλώντας συστολή της μυϊκής ίνας.



THE NEUROMUSCULAR JUNCTION





Νευρική βλάβη

- Ανταποκρίνεται σε έναν τραυματισμό με πολύ περιορισμένο τρόπο
- Ο τραυματισμός του ΚΝΣ έχει περιορισμένη αναγέννηση
- Τα αστροκύτταρα σχηματίζουν ουλώδη ιστό και απελευθερώνουν χημικές ουσίες που εμποδίζουν την εκ νέου ανάπτυξη των αξόνων
- Στο ΠΝΣ τα κύτταρα Schwann συμμετέχουν στην αποκατάσταση των κατεστραμμένων νεύρων
- Αυτή η διαδικασία αποκατάστασης είναι γνωστή ως εκφυλισμός **Wallerian**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Ευχαριστώ!