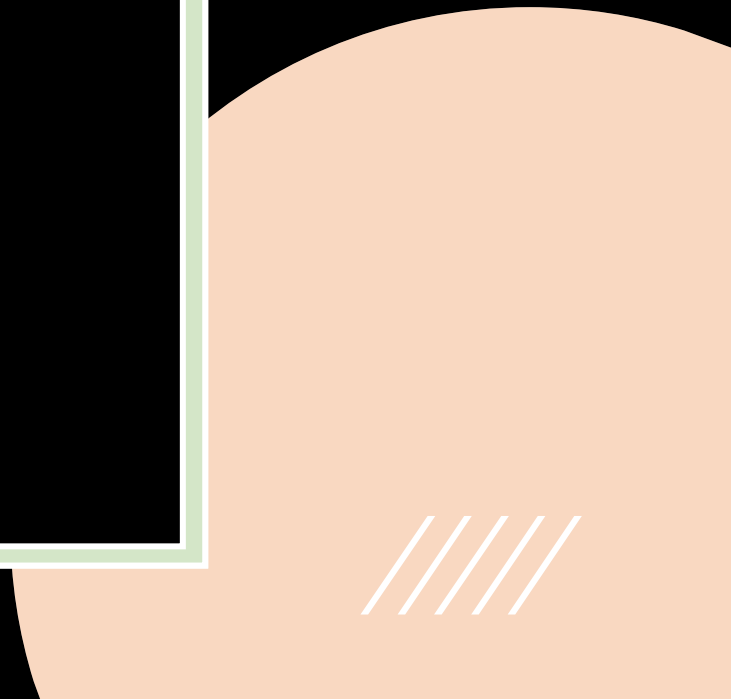


Kudokset

16.1.2024



# Oppimistavoitteet

Tunnistaa pääkudostyypit, niiden tehtävät ja jakaantuminen elimistössä

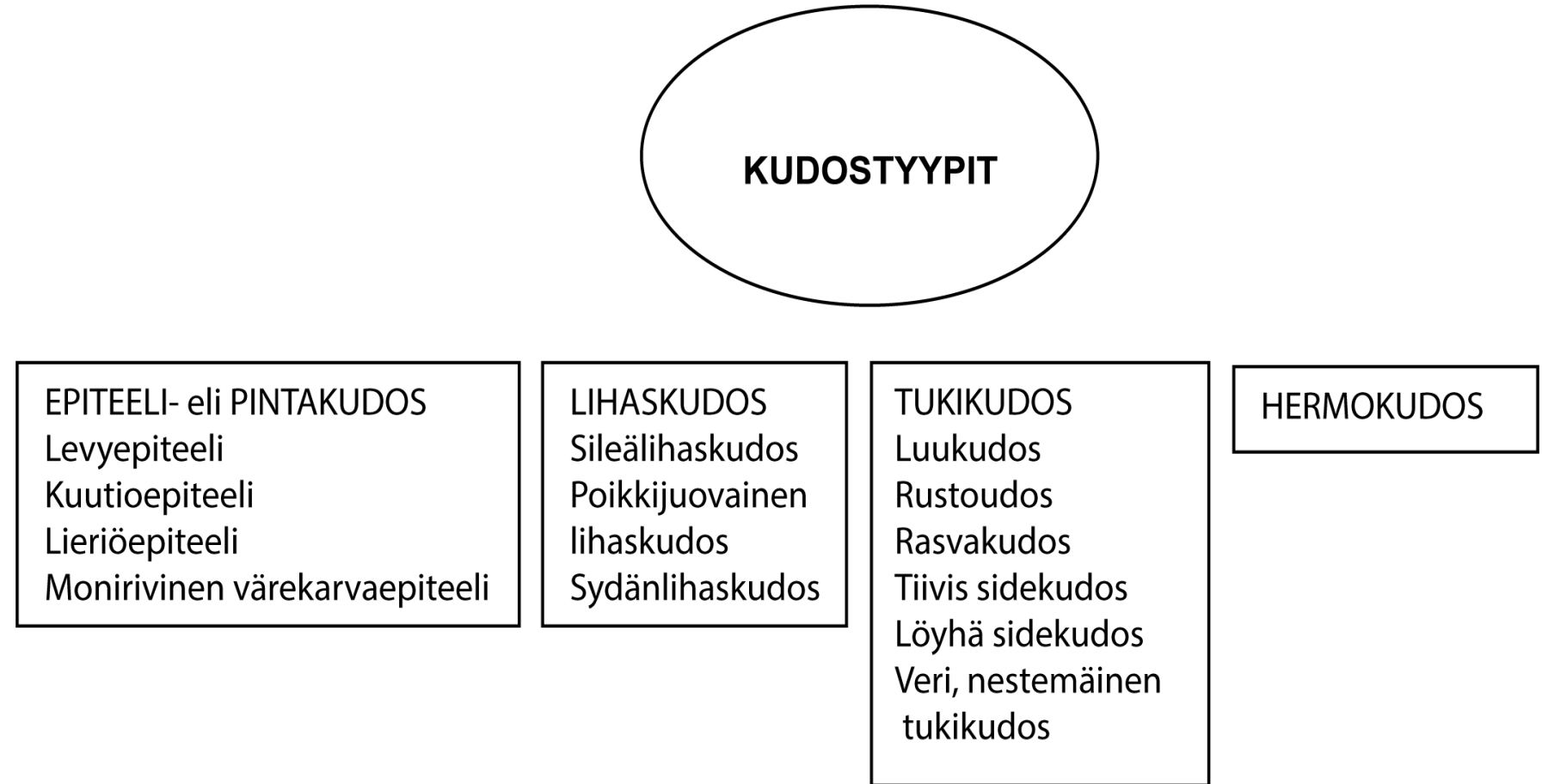
- Epiteeli- eli pintakudos
- Tukikudos
- Hermokudos
- Lihaskudos

Ymmärtää hermosolujen ja hermokudoksen järjestäytyminen ja tehtävät

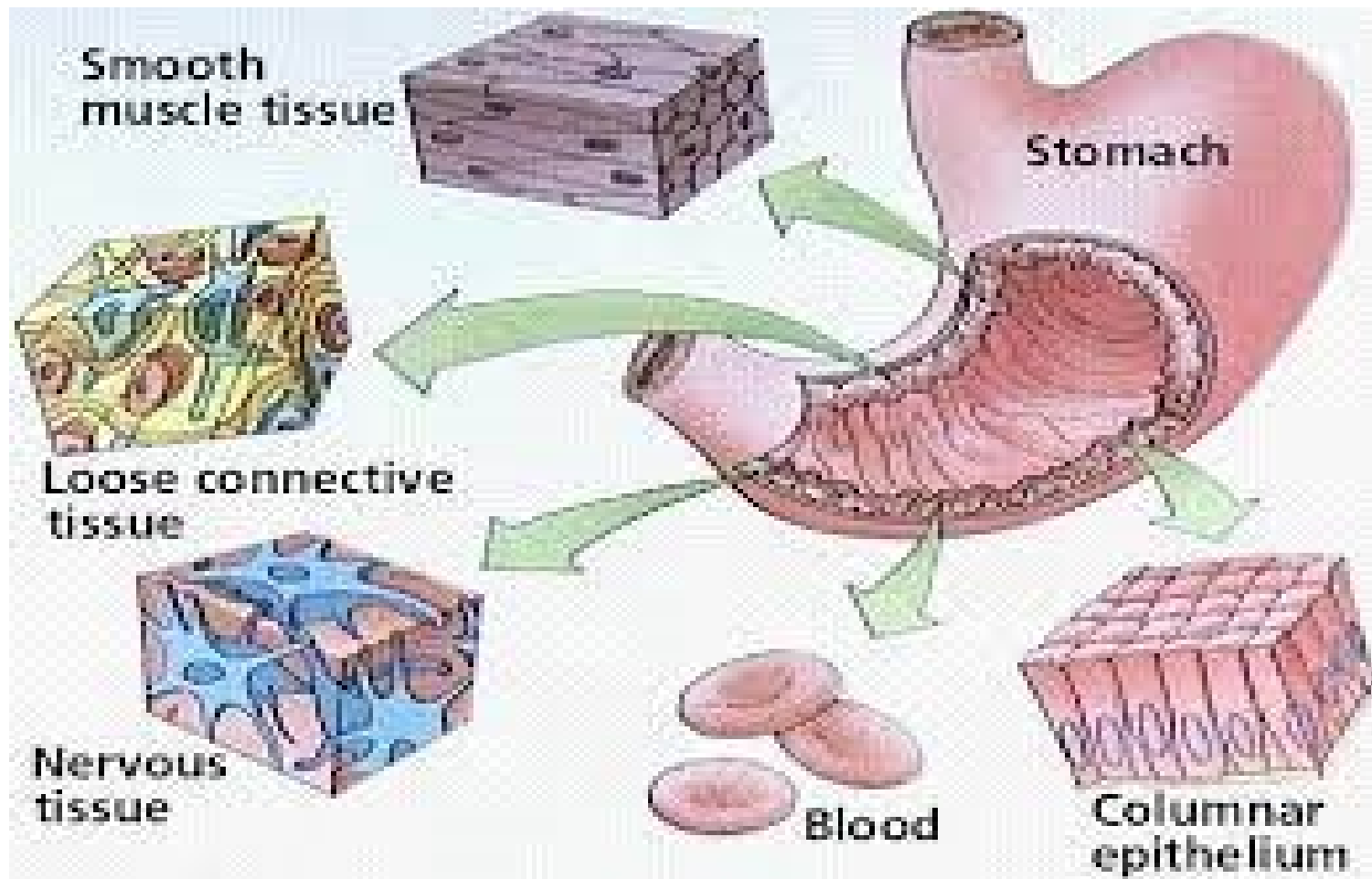
Pystyä kuvaamaan hermokudoksen biosähköisen toiminnan periaatteet

# Tietyn kudoksen muodostavilla soluilla on samanlainen rakenne ja tehtävä

- Kudosoppi eli histologia
- Luokittelu tapahtuu solujen ja soluväliaineen perusteella
- Neljä päätyyppiä
- Veri ja immuneste tukikudoksen alatyyppejä

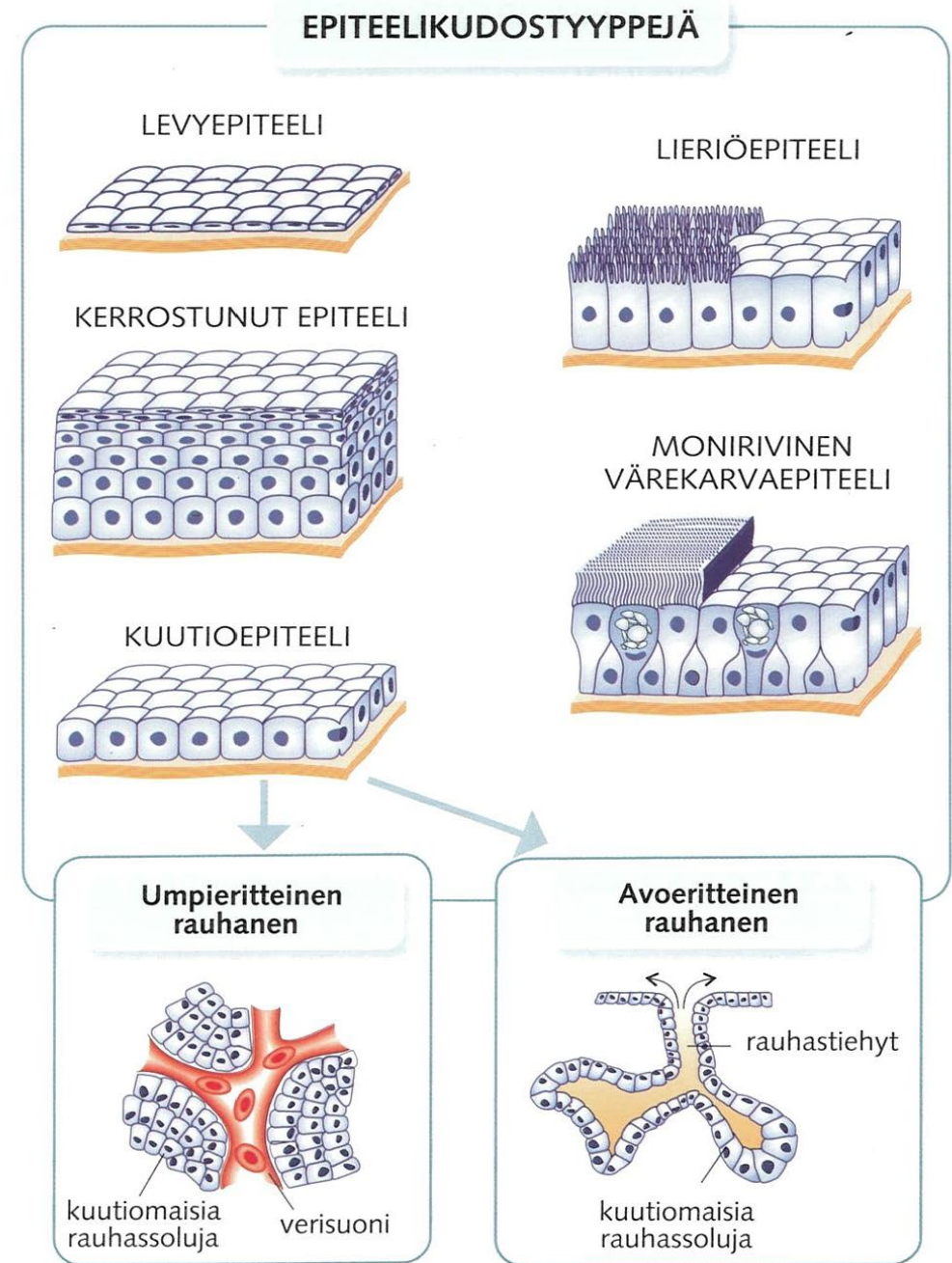


Elimissä on tyypillisesti useita kudostyyppejä

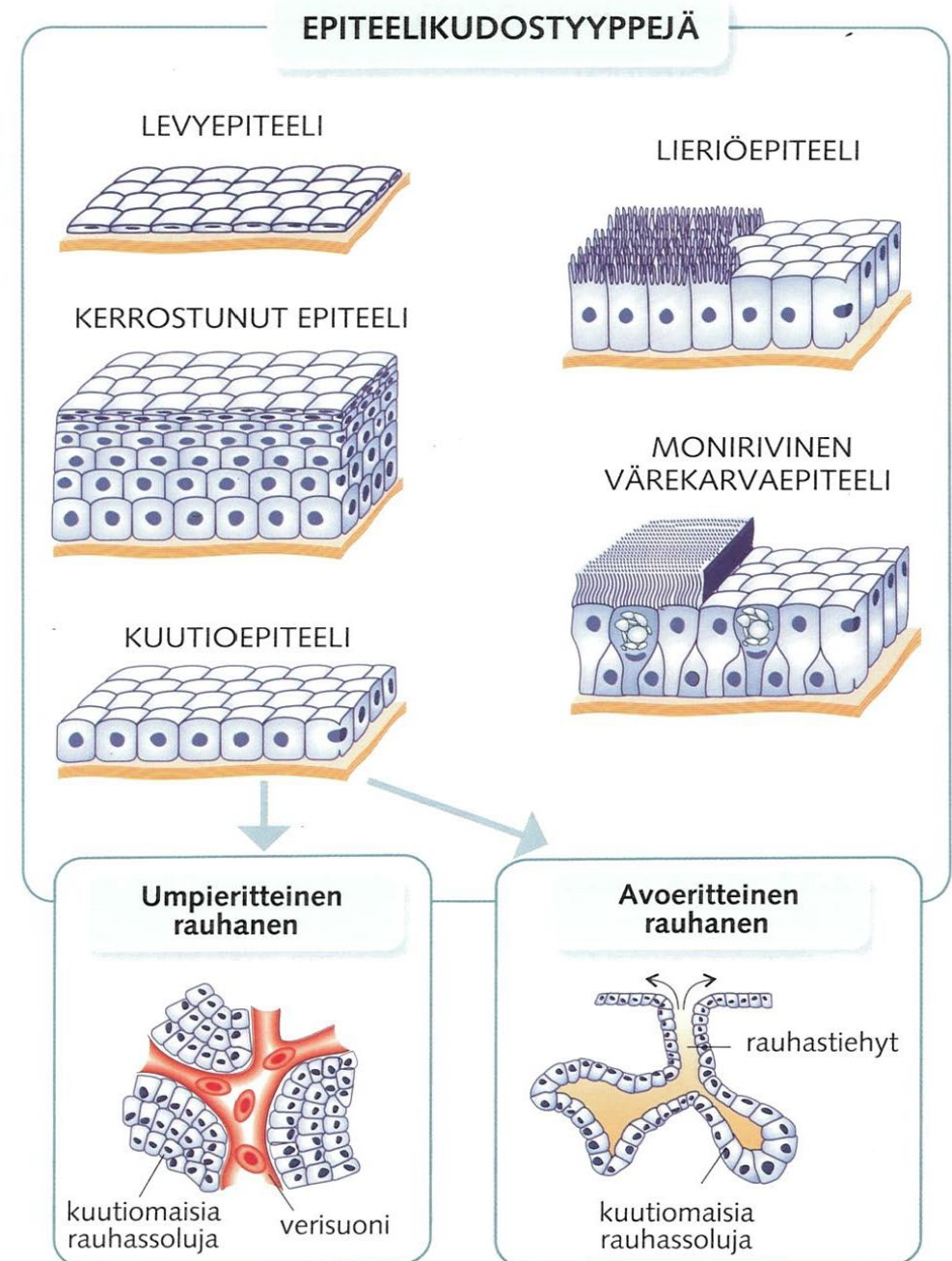


# Epiteelikudos

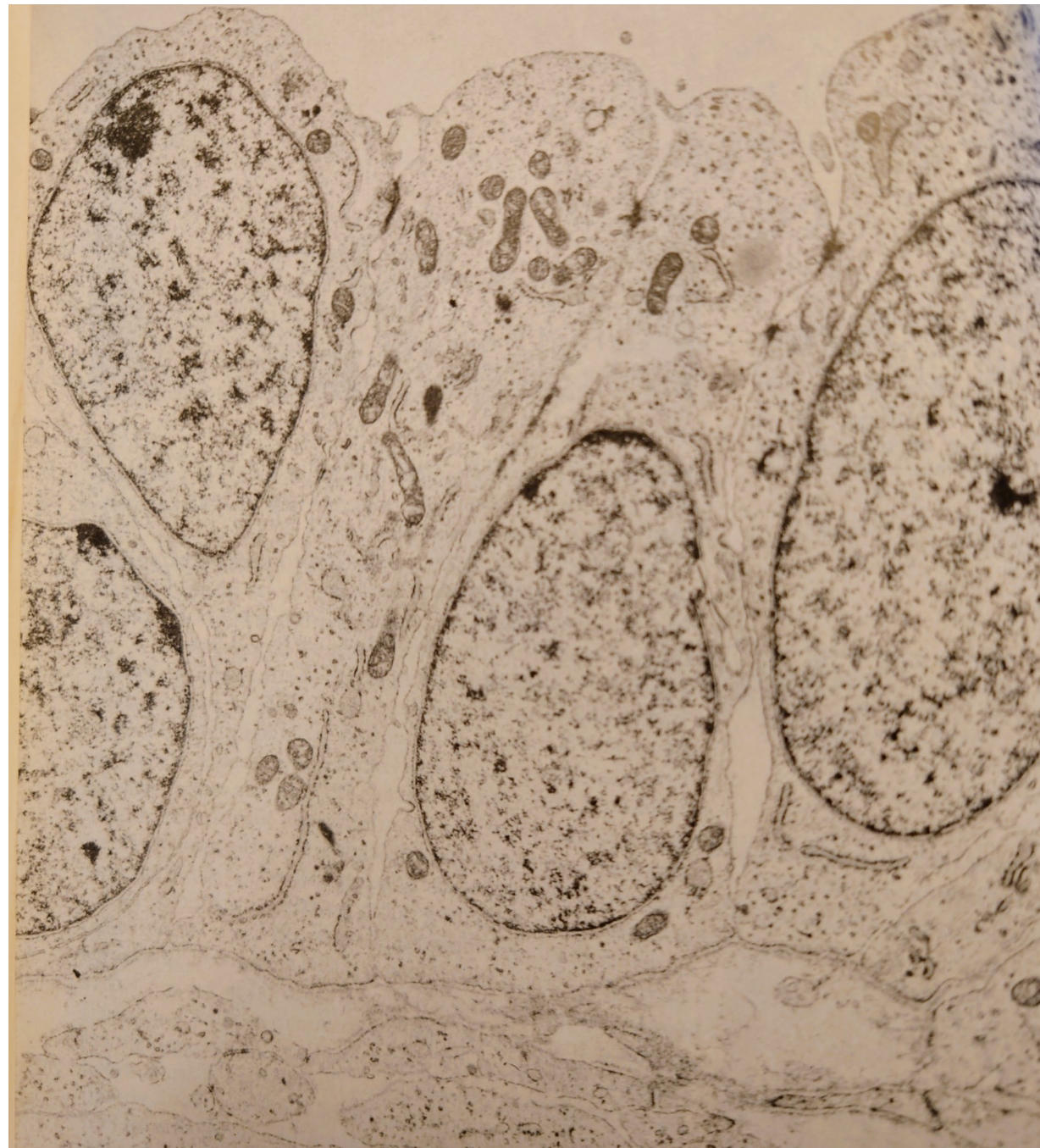
- Elimistön vapailla pinoilla, ihossa, limakalvoilla, rauhasissa, aistinelimissä
- Verisuonetonta ja nopeasti uusiutuvaa
- Solut tiiviisti kiinni toisissaan, vain vähän soluväliainetta
- Peitto-, imeytymis-, rauhas- ja aistinepiteeli
- Paksuus vaihtelee toiminnan mukaan



- *Levyepiteeli* hiussuonissa (endoteeli) ja keuhkorakkuloissa
- *Lieriöepiteeli* ruuansulatuskanavassa mahalaukusta eteenpäin
- *Monirivinen värekarvaepiteeli* ylemmissä hengitysteissä
- *Kerrostunut epiteeli* ihossa ja ruuansulatuskanavan alkuosan limakalvoilla
- *Kuutioepiteeli* rauhasputkien seinämissä



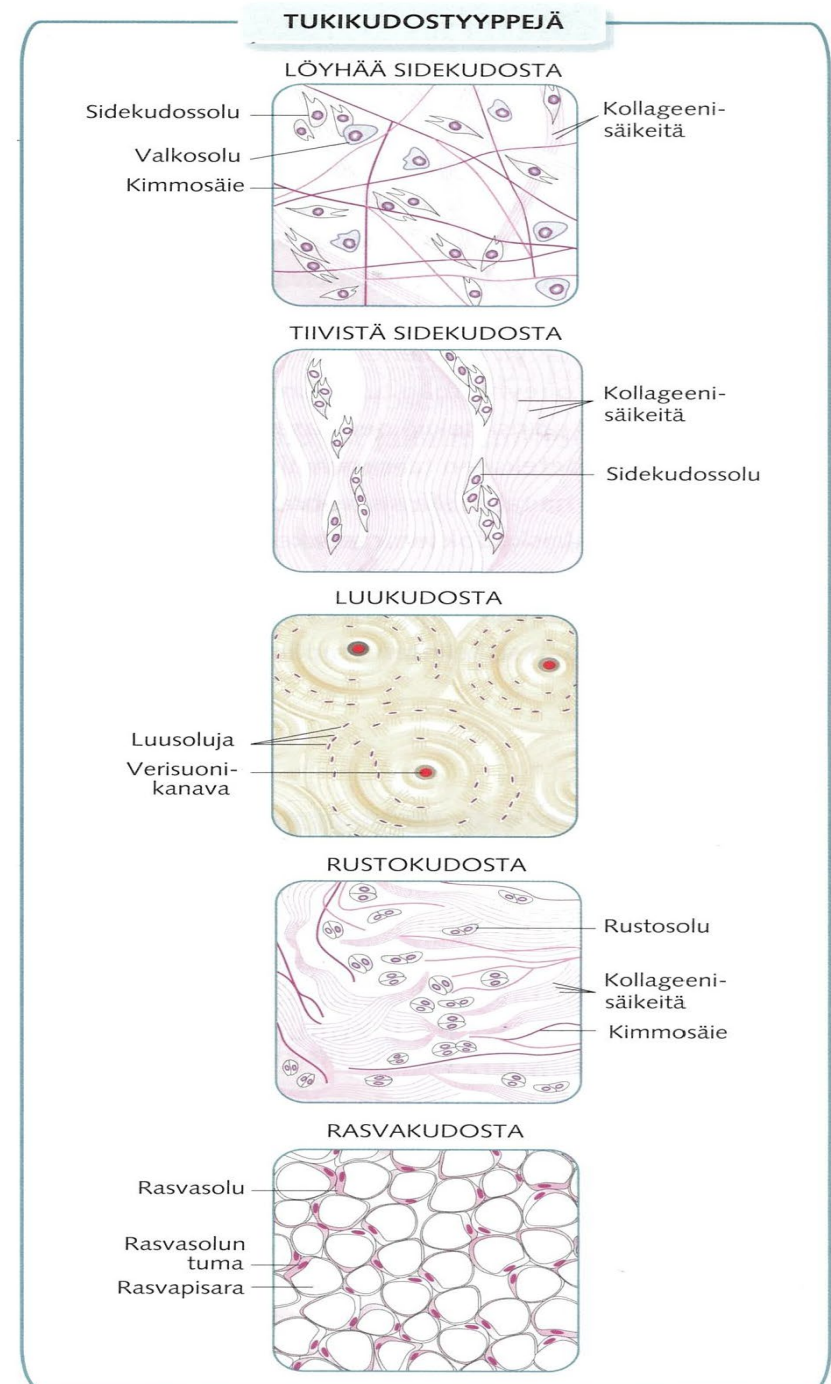
Lieriöepiteeli  
vatsakalvossa



Nienstedt ym. Ihmisen fysiologia ja anatomia

# Tukikudos

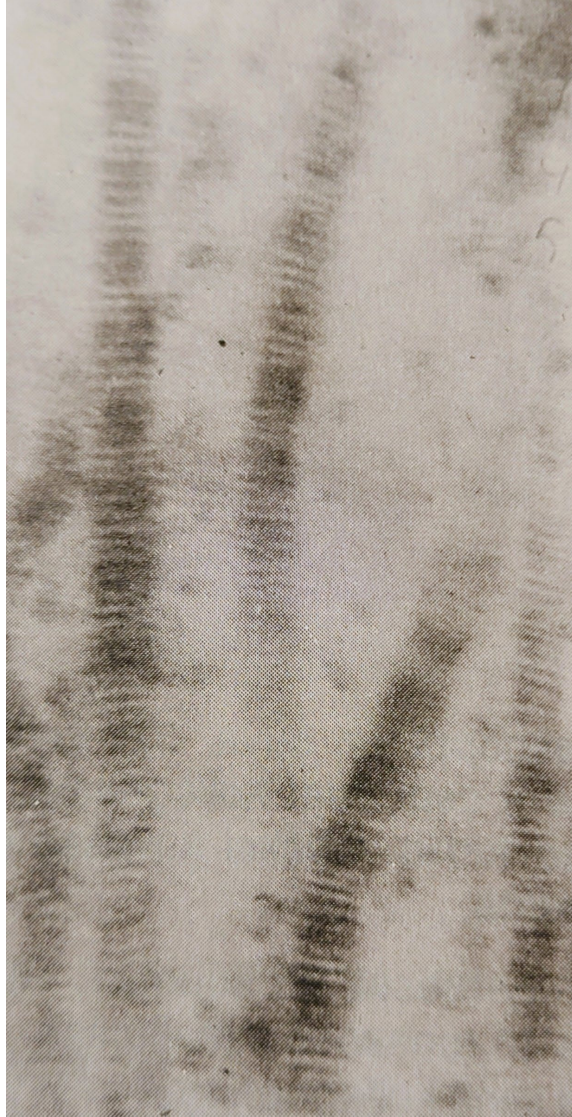
- Neljä päätyyppiä, histologisesti näillä on yhteisiä piirteitä
- Kaikkien alkumuotona on alkio kautinen sidekudos
- Soluväliaineen määrä >> solute
- Uusiutuu hyvin verisuonituksen ansiosta (paitsi rustokudos)
- Soluväliaineessa proteiinisäikeitä: kollageeni, retikuliini, elastiset säikeet





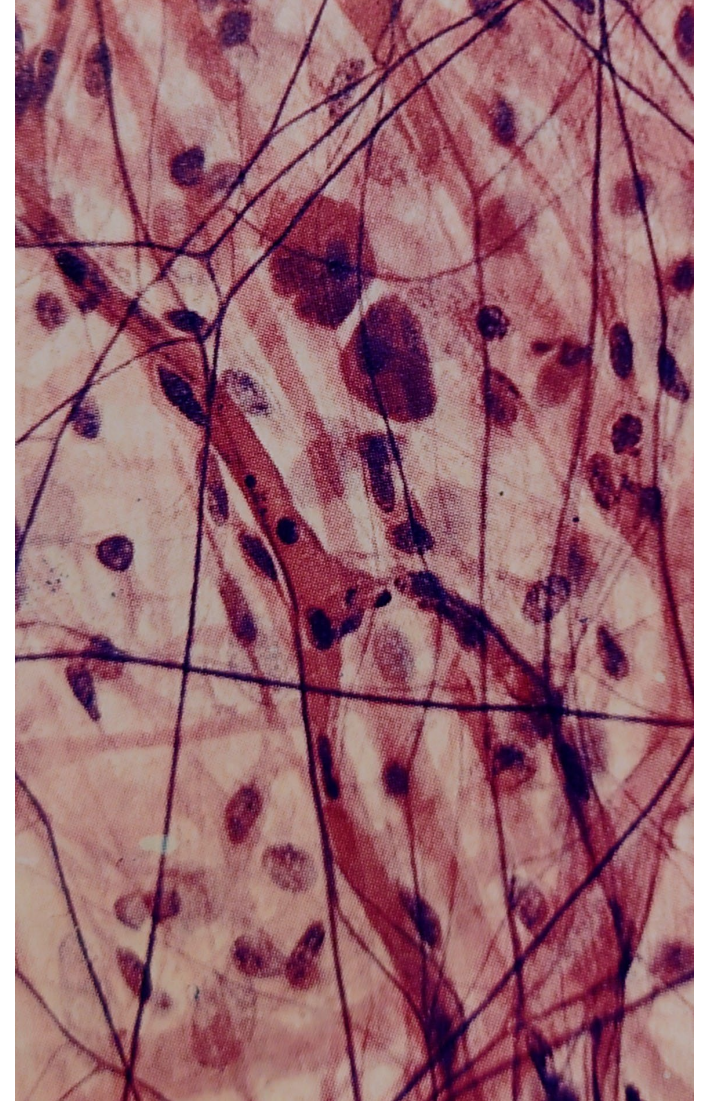
## Kollageeni

- runsaasti ihossa ja jänteissä
- hyvä vetolujuus



## Kimmosäikeet

- suurissa verisuonissa, keuhkoputkissa, ihossa
- kimmoisuus



## Löyhä sidekudos

- “kaikkiialla siellä missä ei ole muuta”
- Uusiutuu erittäin nopeasti (arpi)

## Tiivis sidekudos

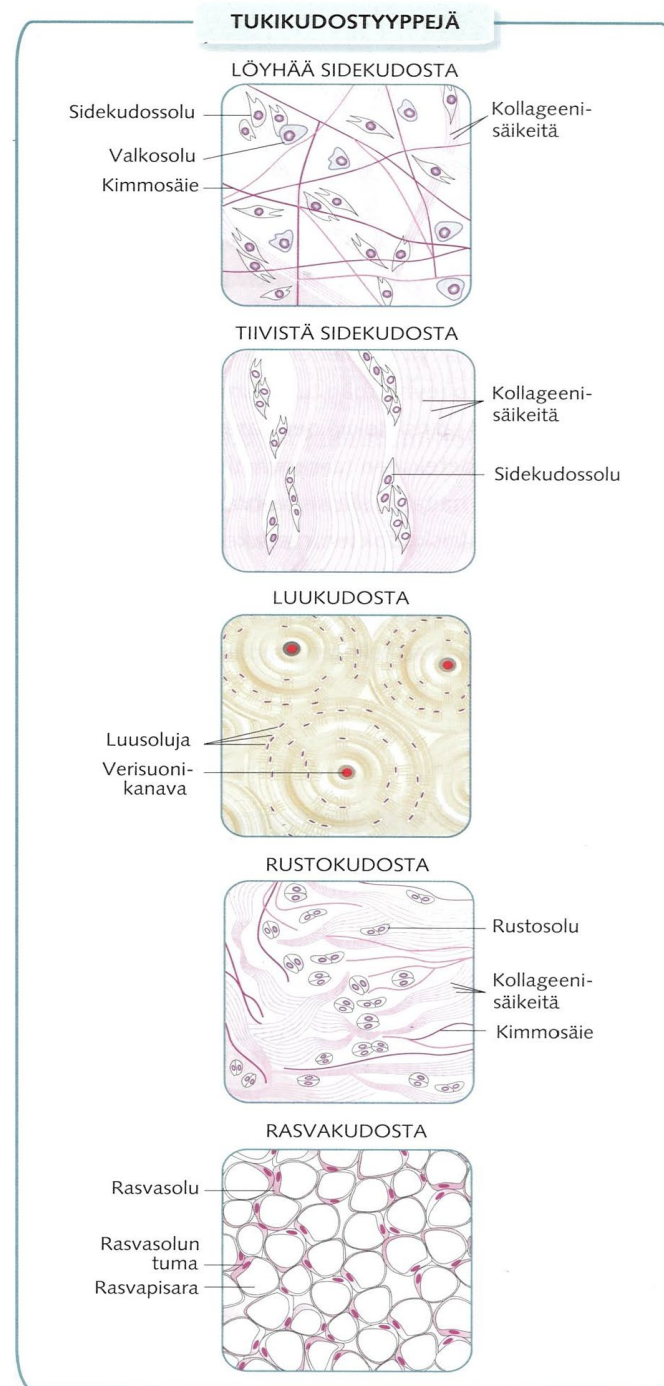
- Jänteet lihaksesta luuhun, luiden väliset siteet

## Rasvakudos

- Runsaasti ihonalaiskudoksessa ja vatsapaidassa

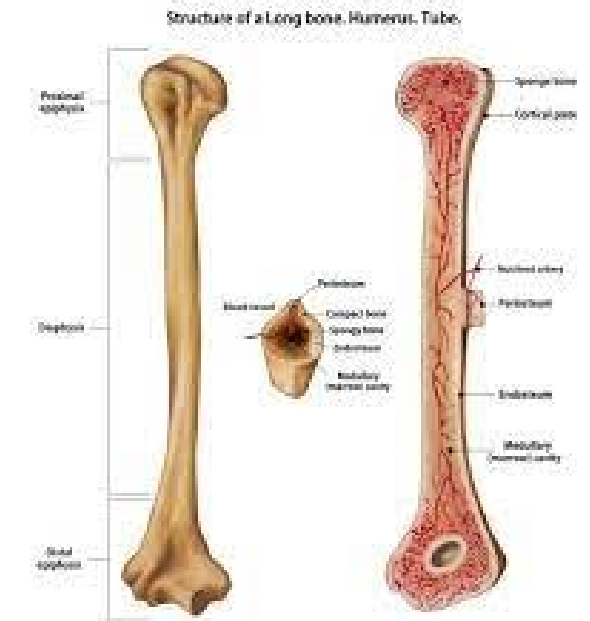
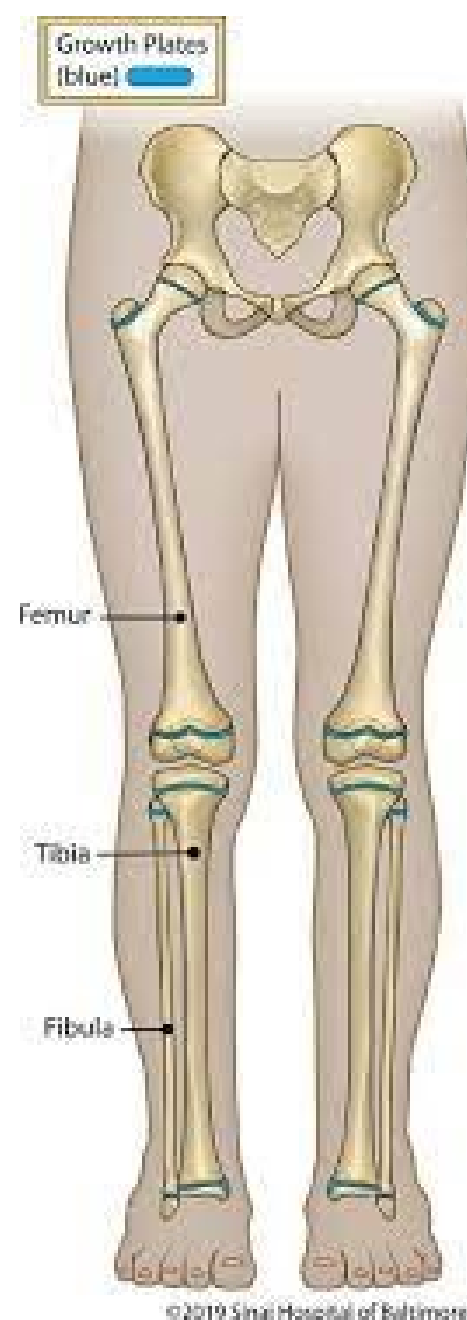
## Rustokudos

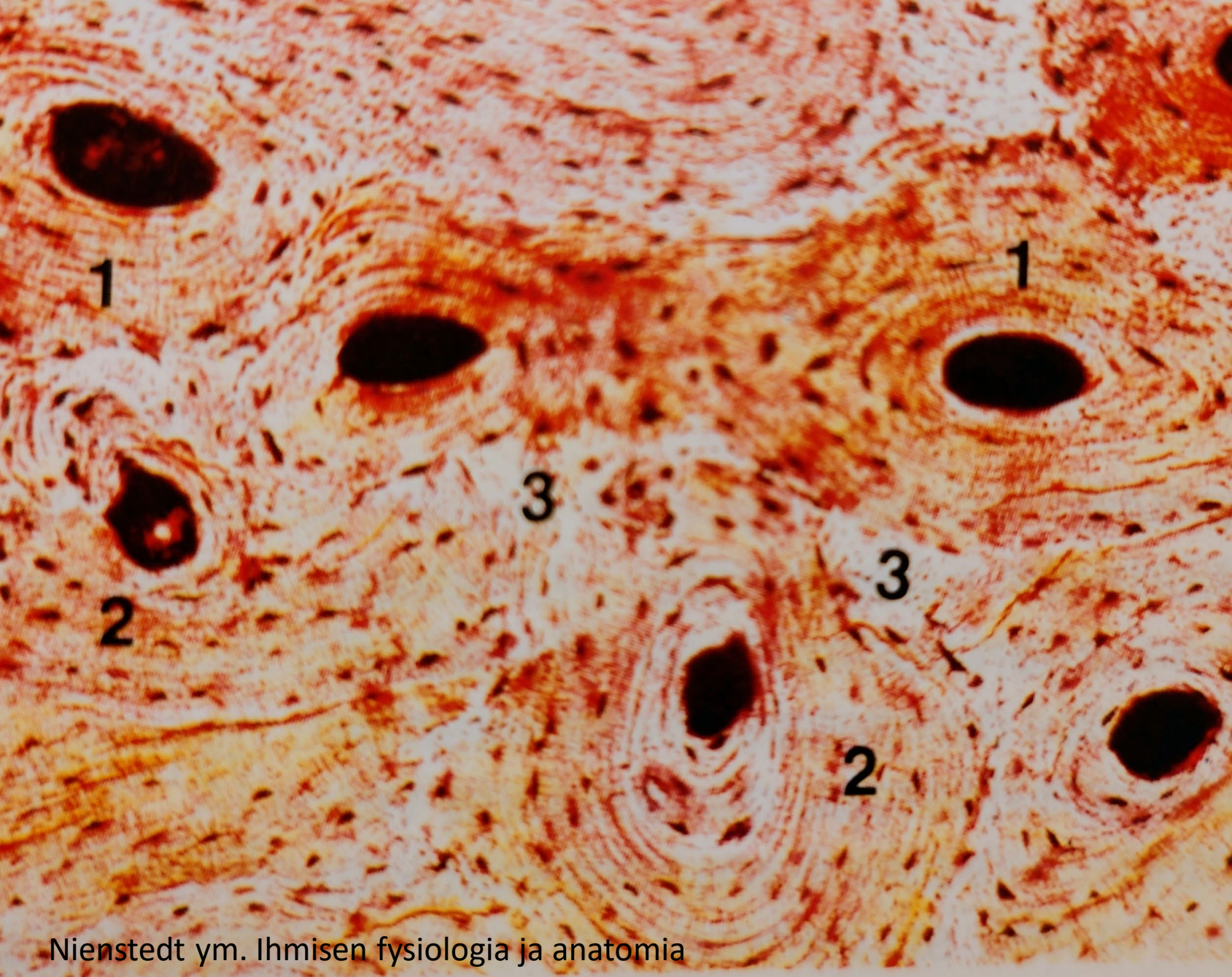
- Joustavaa ja kestäväää
- Nivelpinnat, selkäranka, henkitorvi
- Ei hermoja eikä verisuonia



# Luukudos

- Osittain alkiokautisesta sidekudoksesta suoraan luutumalla
- Yleensä ensin rustoinen malli
- Kasvulevyt luutuvat viimeisenä
- Luuytimessä syntyy verisoluja





- Solut muodostavat luukudoksesta vain pienen osan ja järjestäytyvät verisuonten ympärille (*osteoni, kuvassa 1 ja 2*)
- Vilkas aineenvaihdunta
- Elimistön kalsium- ja fosfaattivarasto
- Hormoneilla ja kasvutekijöillä on suuri vaikutus

# Hermokudos

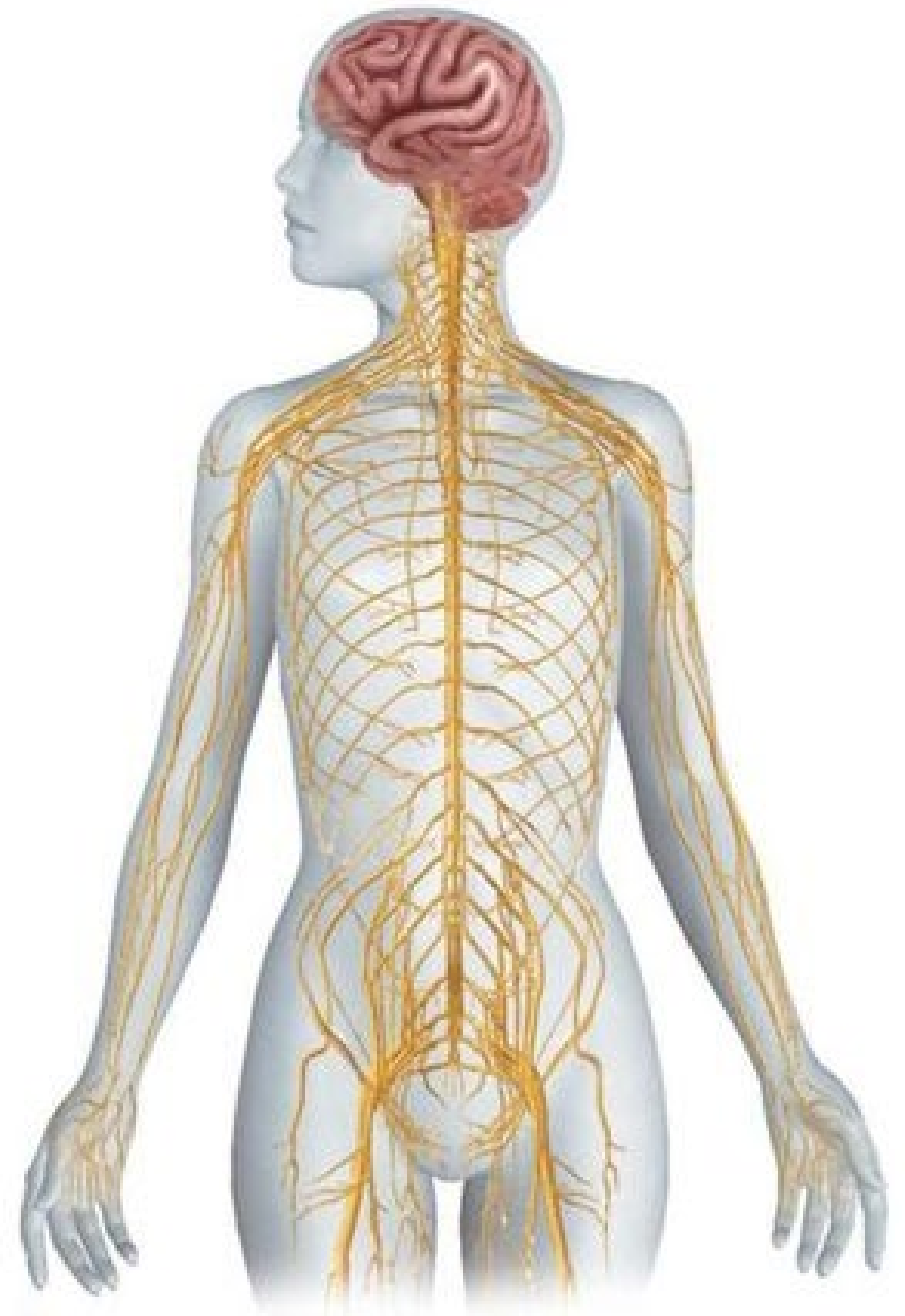
- Monimutkaisin kudoksista
- Koostuu hermosoluista, joita pelkästään aivoissa  $10^{10}$ , ja tukisolusta



Kuva: E. Salli

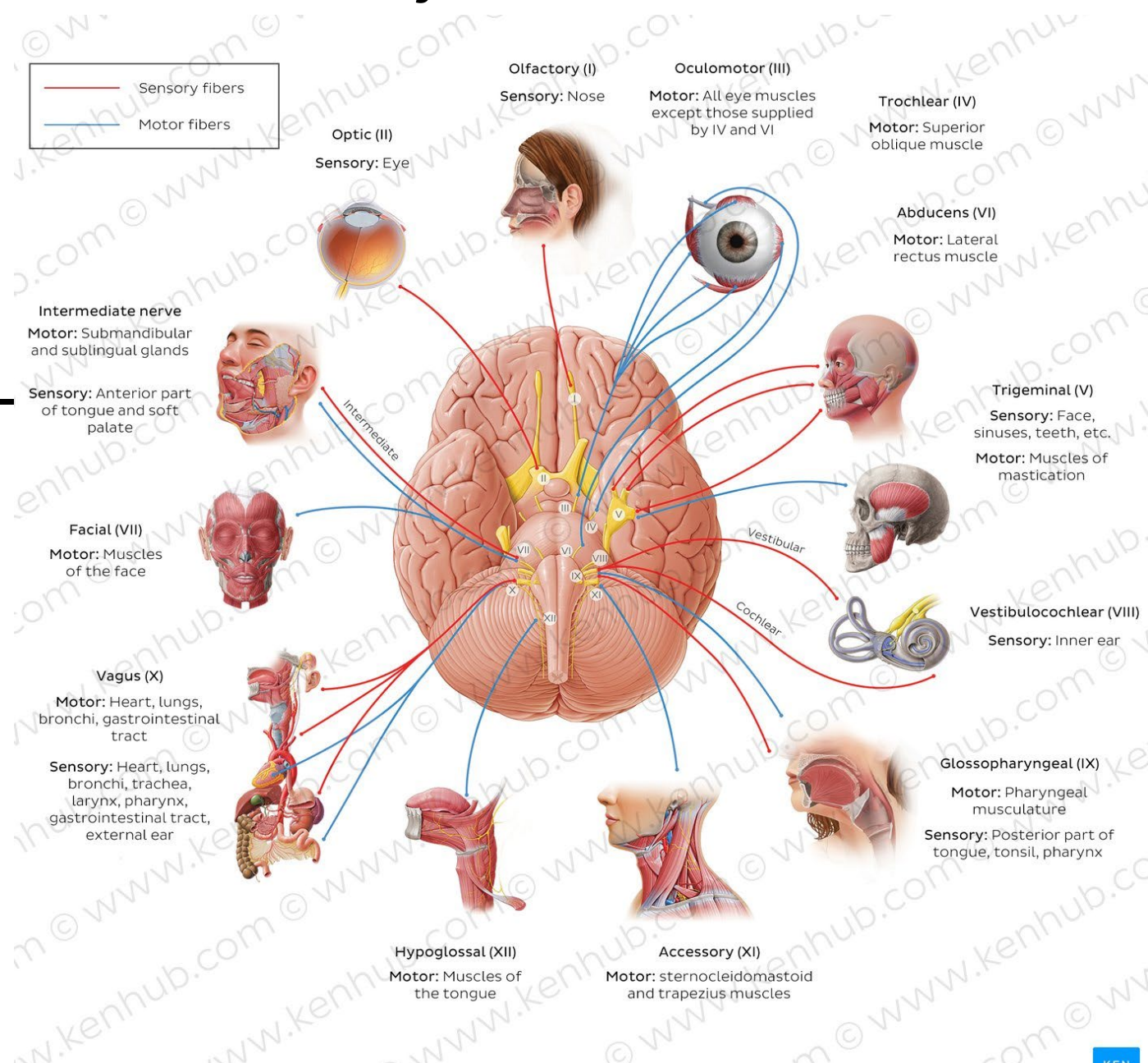
# Keskus- ja ääreishermosto

- Keskushermosto = aivot ja selkäydin
- Ääreishermosto = vievät + tuovat hermosäikeet

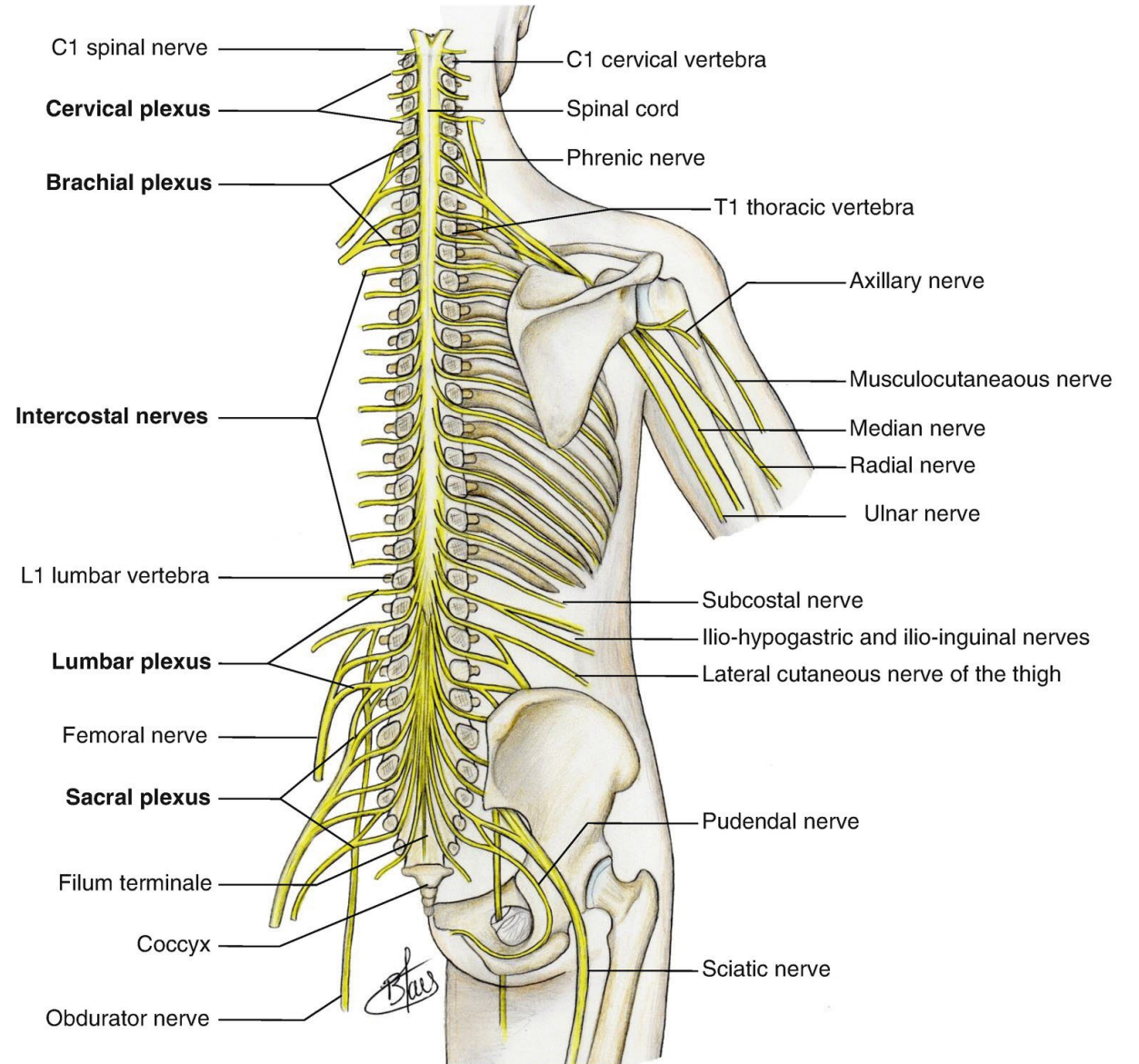


# Ääreishermosto koostuu somaattisesta ja autonomisesta hermostosta

- Somaattinen hermosto = **12 aivohermoa ja 31 selkäydinhermoa**



- Somaattinen hermosto =  
12 aivohermoa ja **31 selkäydin-**  
**hermoa**



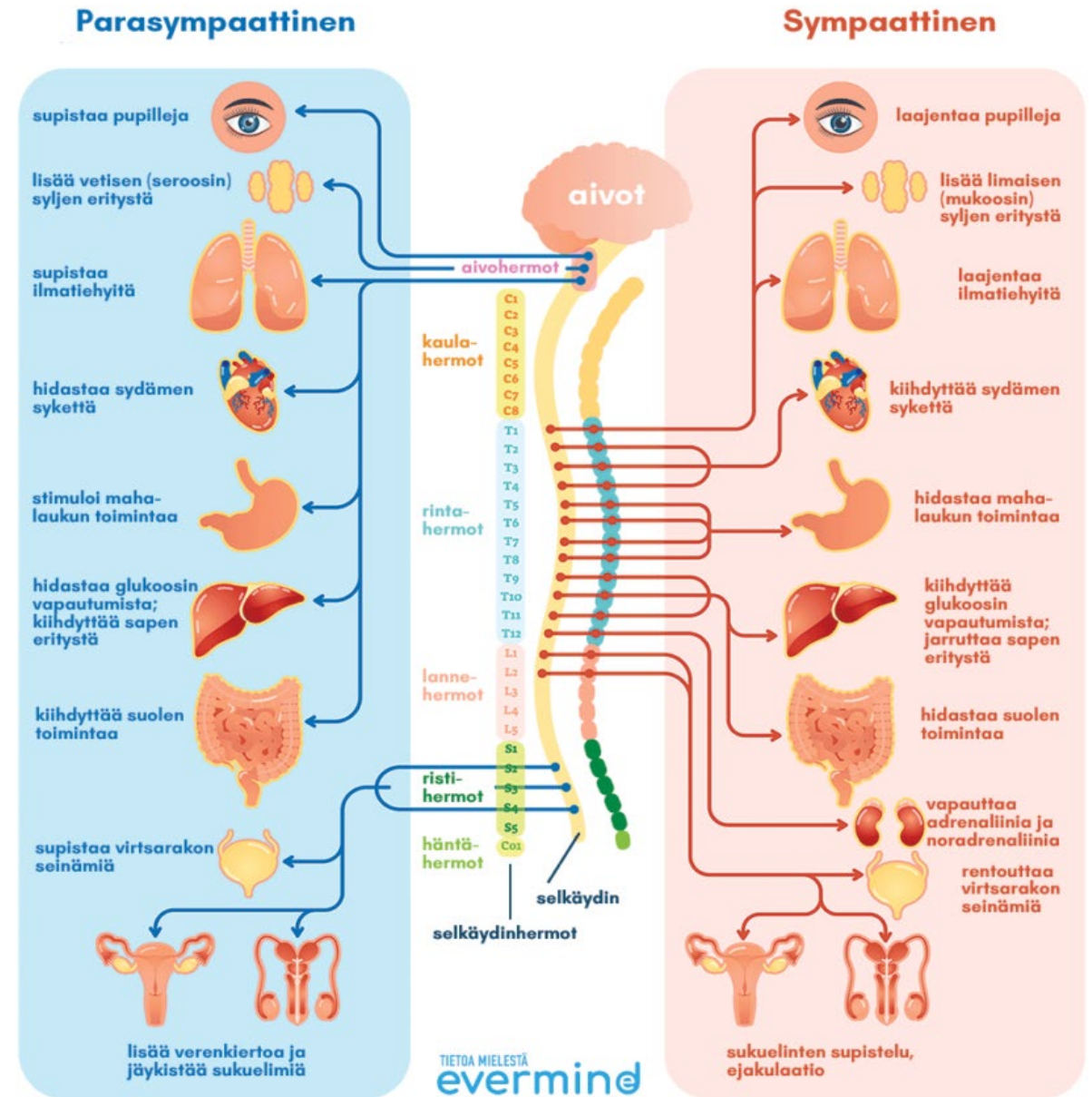
<https://media.springernature.com/>



# PARASYMPAATTINEN JA SYMPAATTINEN HERMOSTO

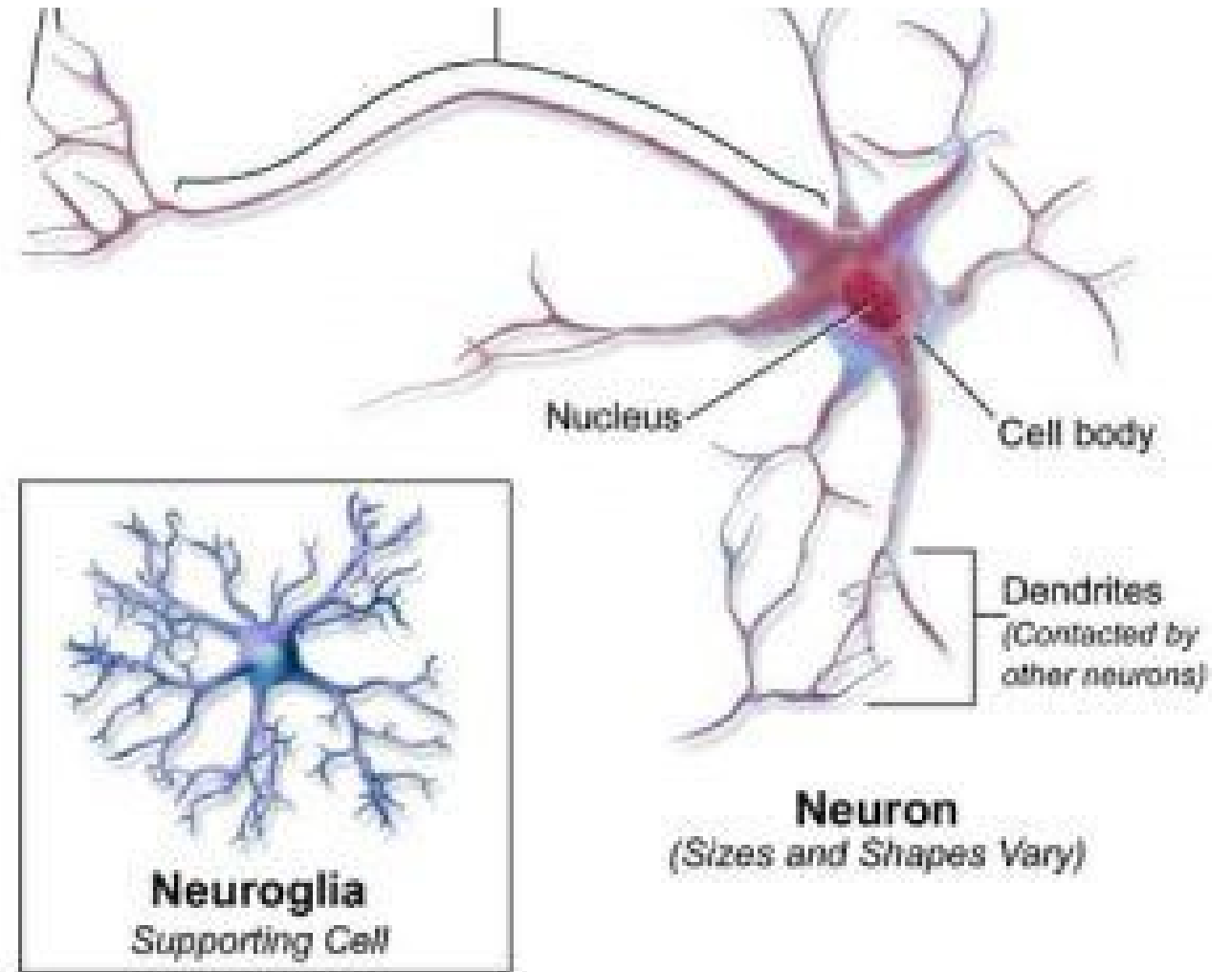
## Autonominen hermosto

- Käskyt ja tieto tahdosta riippumattomiin elimiin/elimistöä
- Sisä- ja ulkoeritysrauhaset, sileä lihas, sydän



Hermokudos  
koostuu hermosoluista  
ja tukisoluista

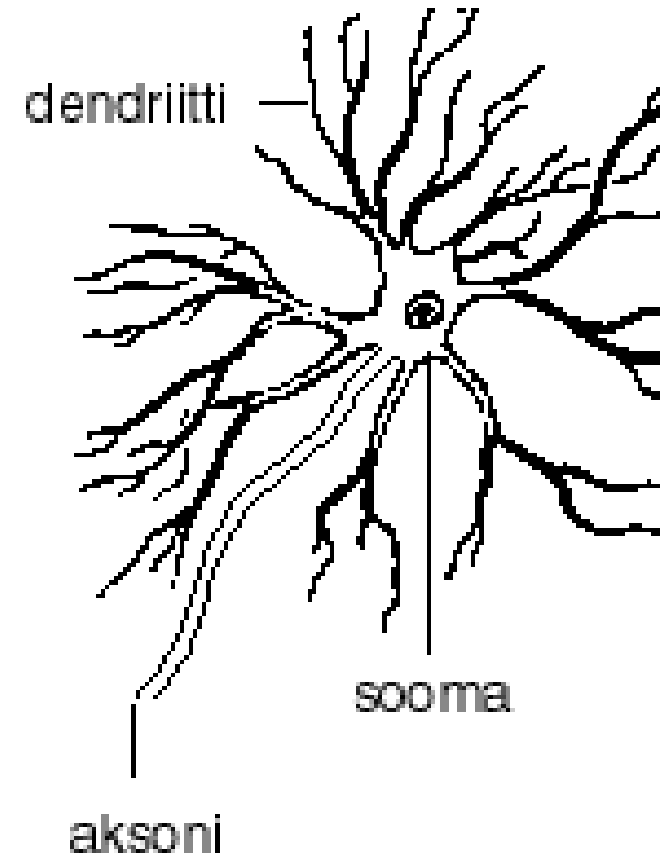
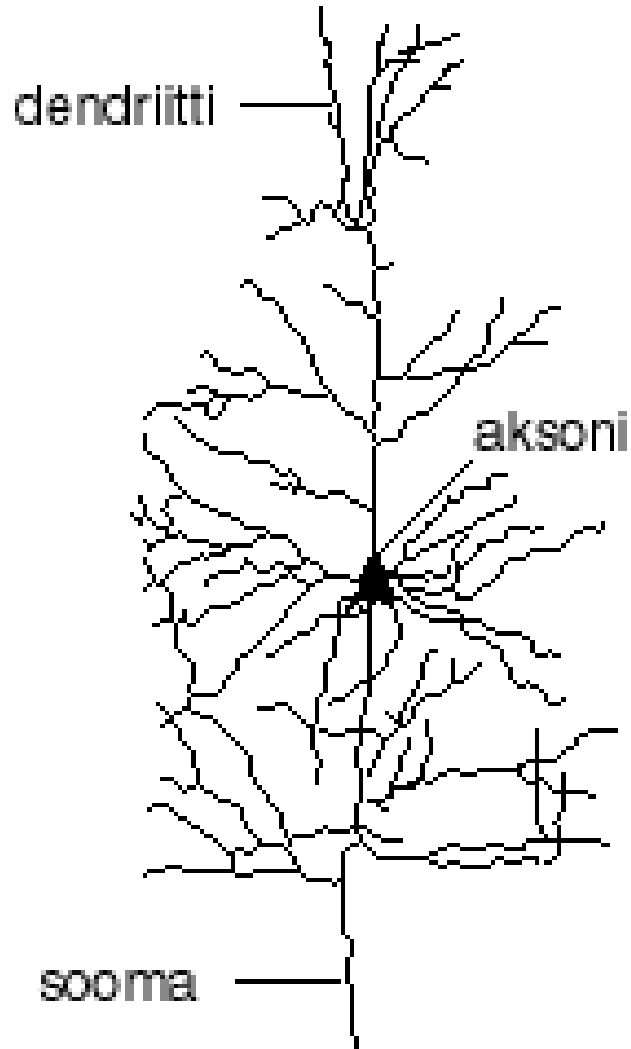
- ✓ Neuronit
- ✓ Gliasolut



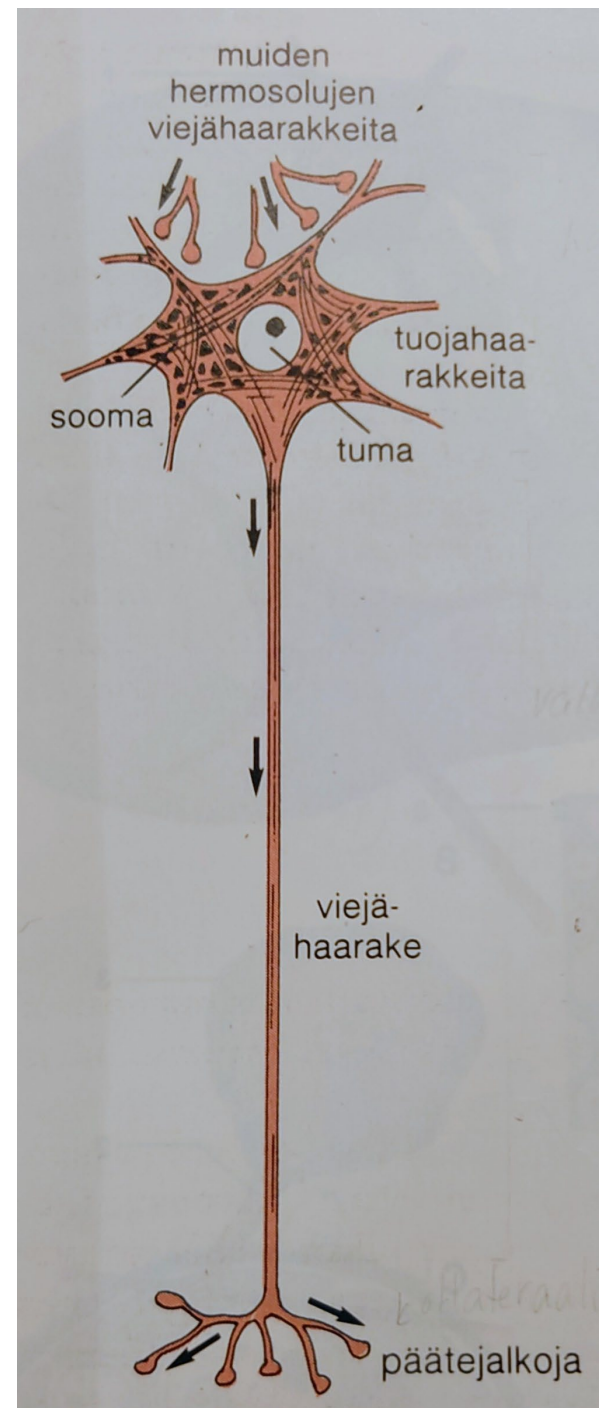
## Neural Tissue

# Neuroni eli hermosolu

- **Dendriitit** vastaanottavat ärsykeitä
- **Soomassa** ("soluvartalo") on tuma ja solun aineenvaihduntakoneisto
- **Aksoni** kuljettaa tiedon seuraavaan soluun etenevänä jännitteen muutoksena ja kemiallisesti välittäjäaineiden avulla

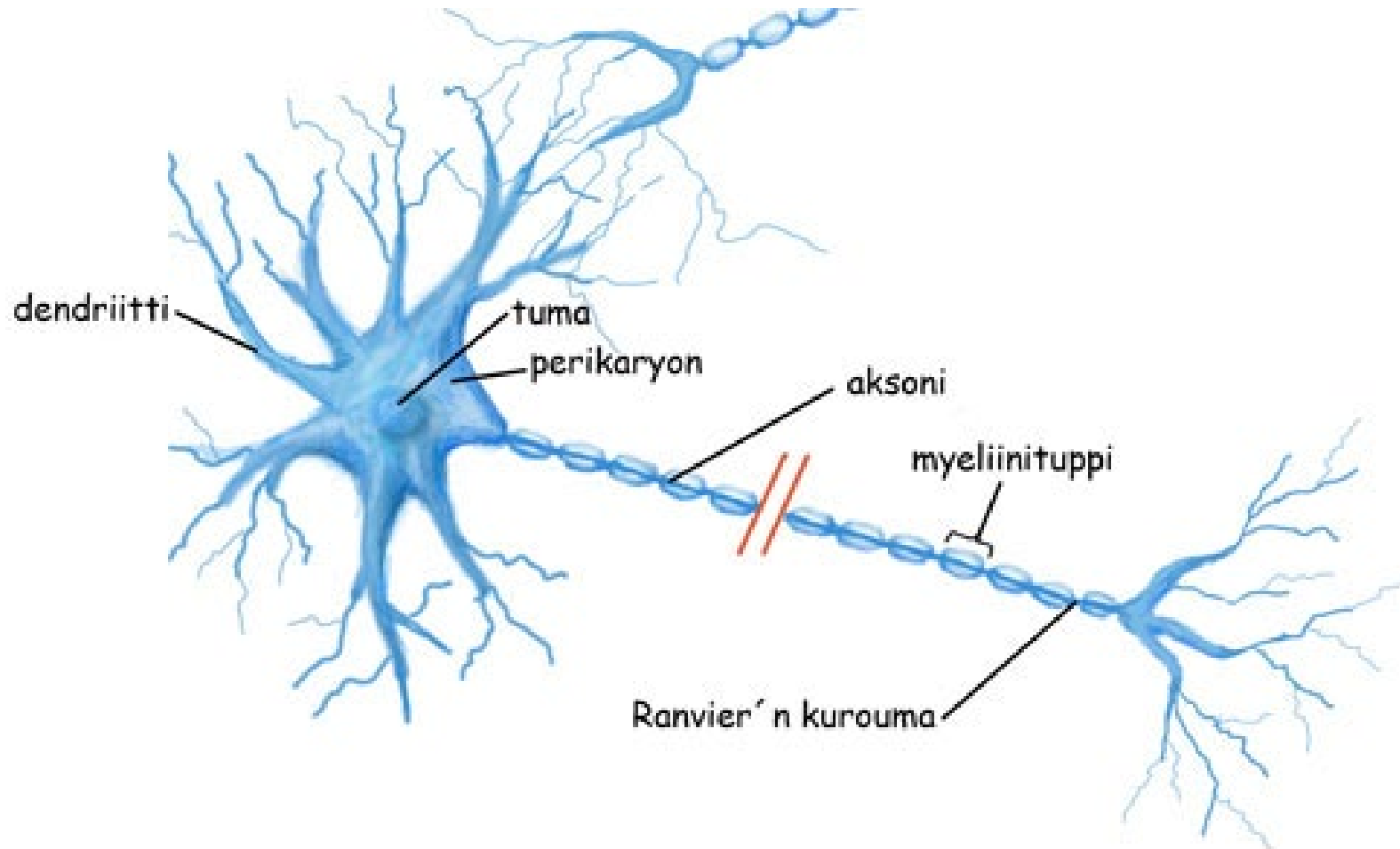


- Aksoni haarautuu päästään
- Toimintajännite kulkee aksonissa yleensä n. 1 m/s, myelinisoiduissa soluissa > 100 m/s
- **synapsi** = yhteys seuraavaan neuroniin
- **hermo-lihasliittymä** = yhteys lihassoluun

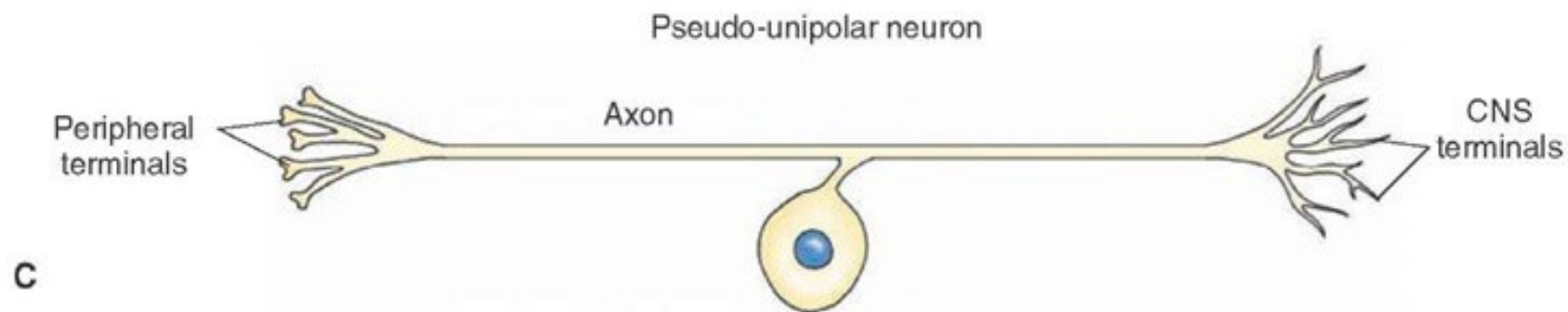
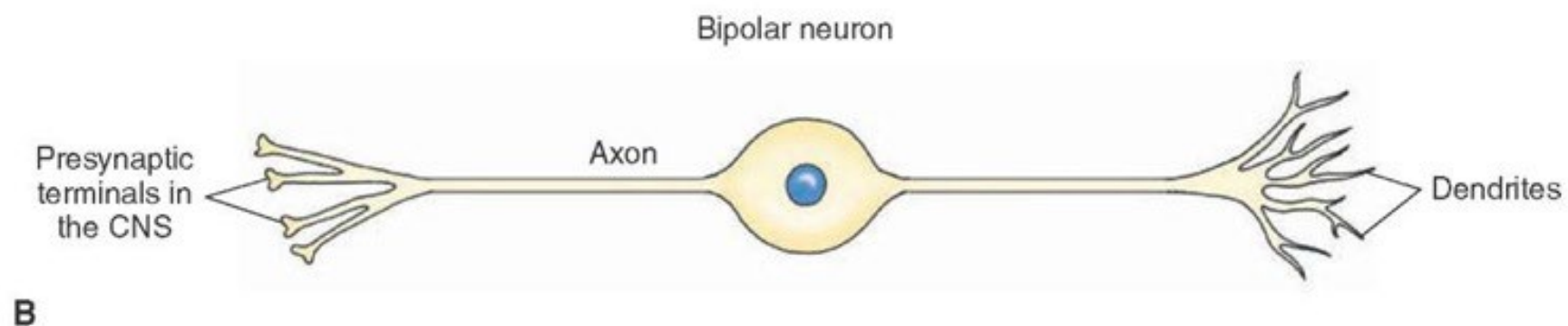
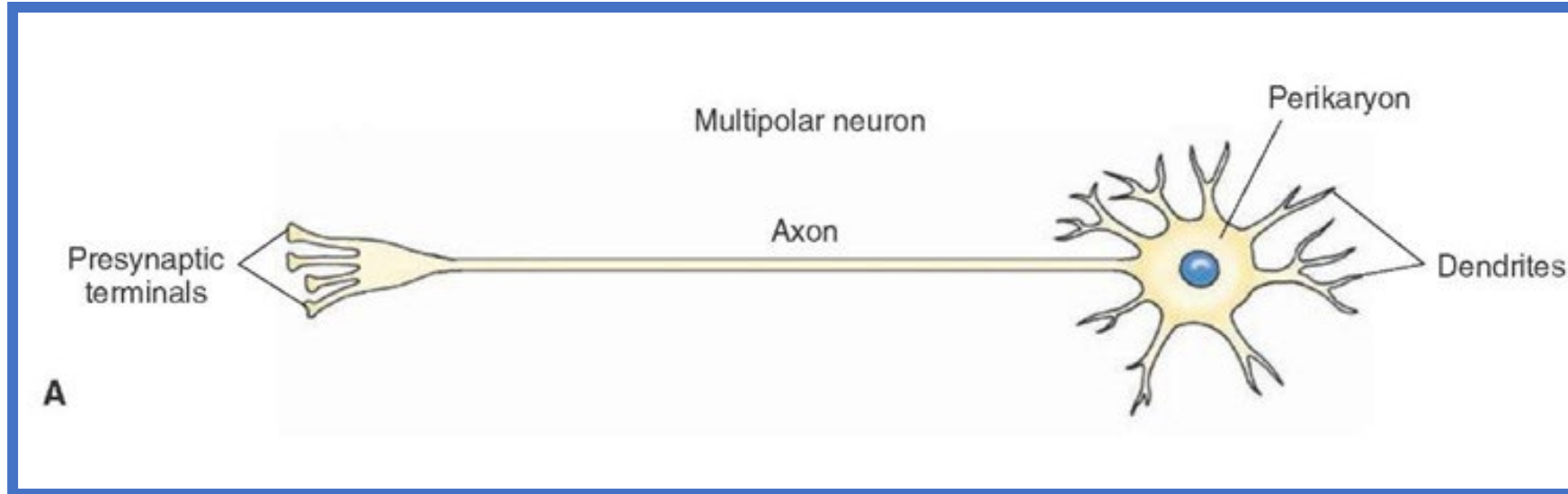


# Glia- eli tukisolu

- Ääreishermostossa Schwannin solut muodostavat aksonien ympärille myeliinitupen
- Ranvierin kuroumat
- Keskushermostossa oligodendrosyytit, astroosyytit ja mikroglia solut

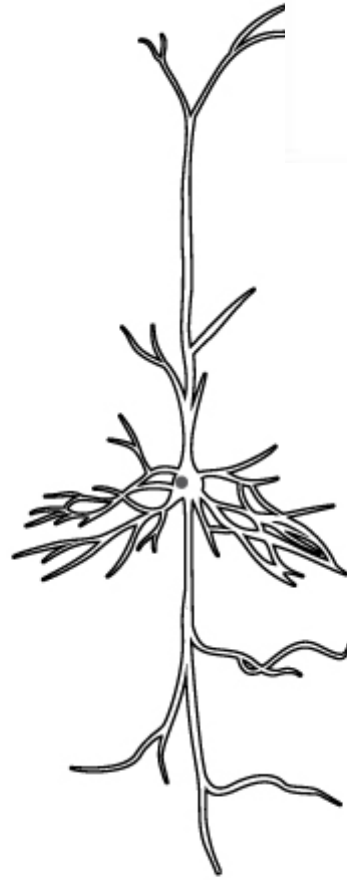
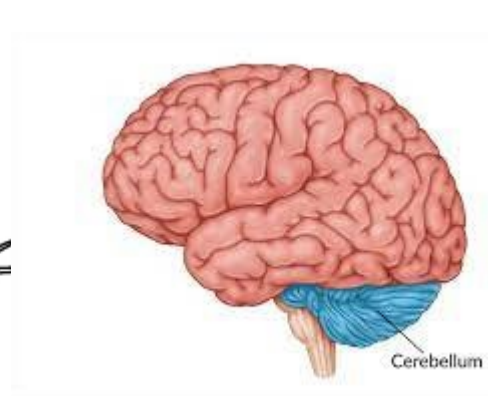


# Hermosolujen rakenteellinen ja toiminnallinen jaottelu

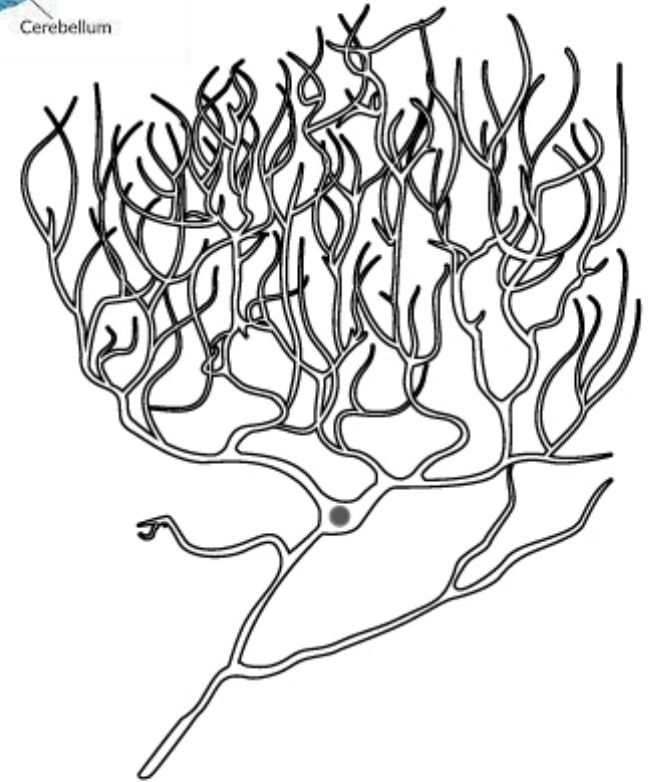


# Hermosolujen rakenteellinen ja toiminnallinen jaottelu

- Pyramidaalisolut isoaiivokuorella
- Purkinjen solut pikkuaivoissa
- Molemmat multipolaarisia



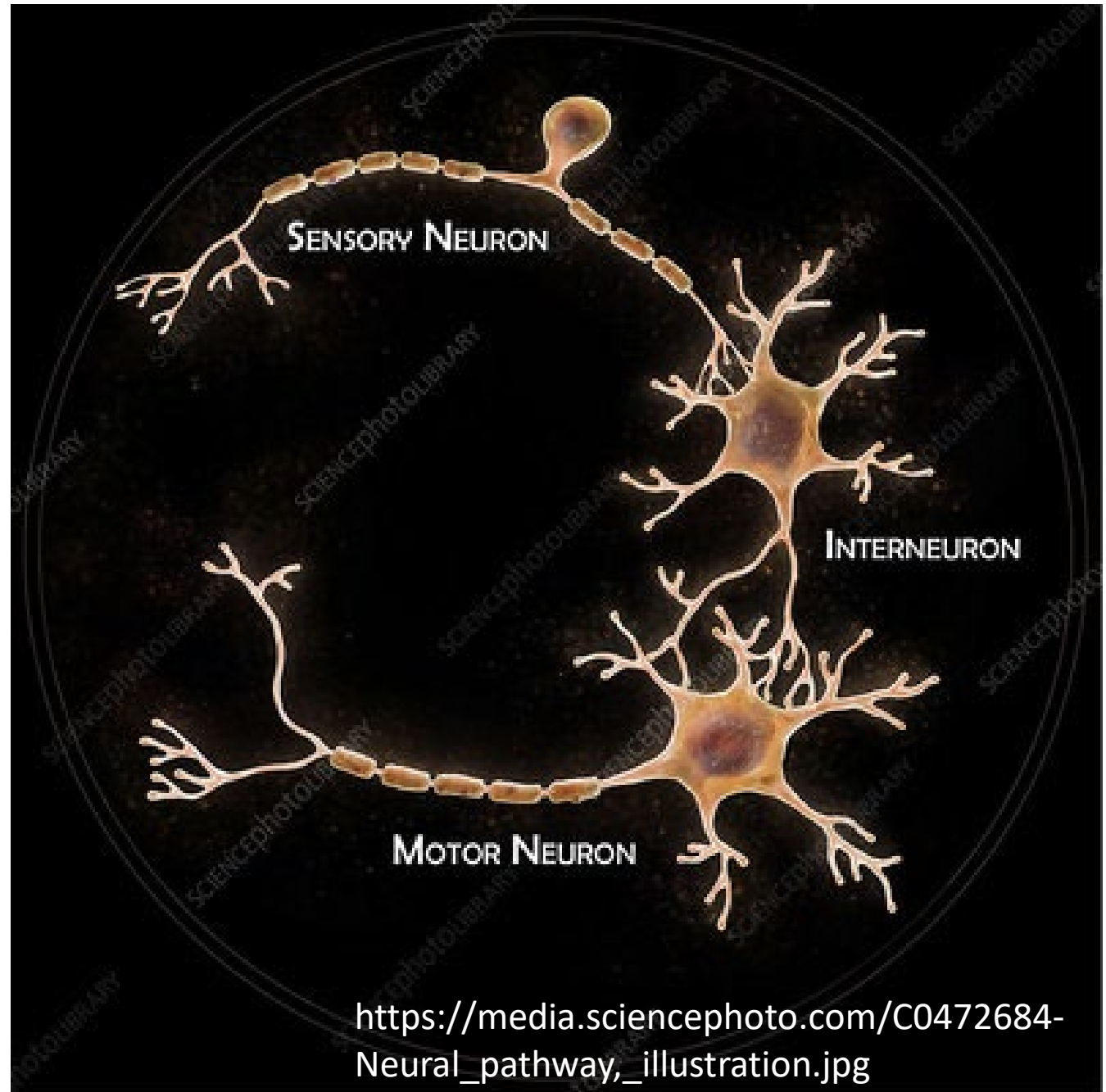
(a) Pyramidal cell of the cerebral cortex



(b) Purkinje cell of the cerebellar cortex

# Hermosolujen rakenteellinen ja toiminnallinen jaottelu

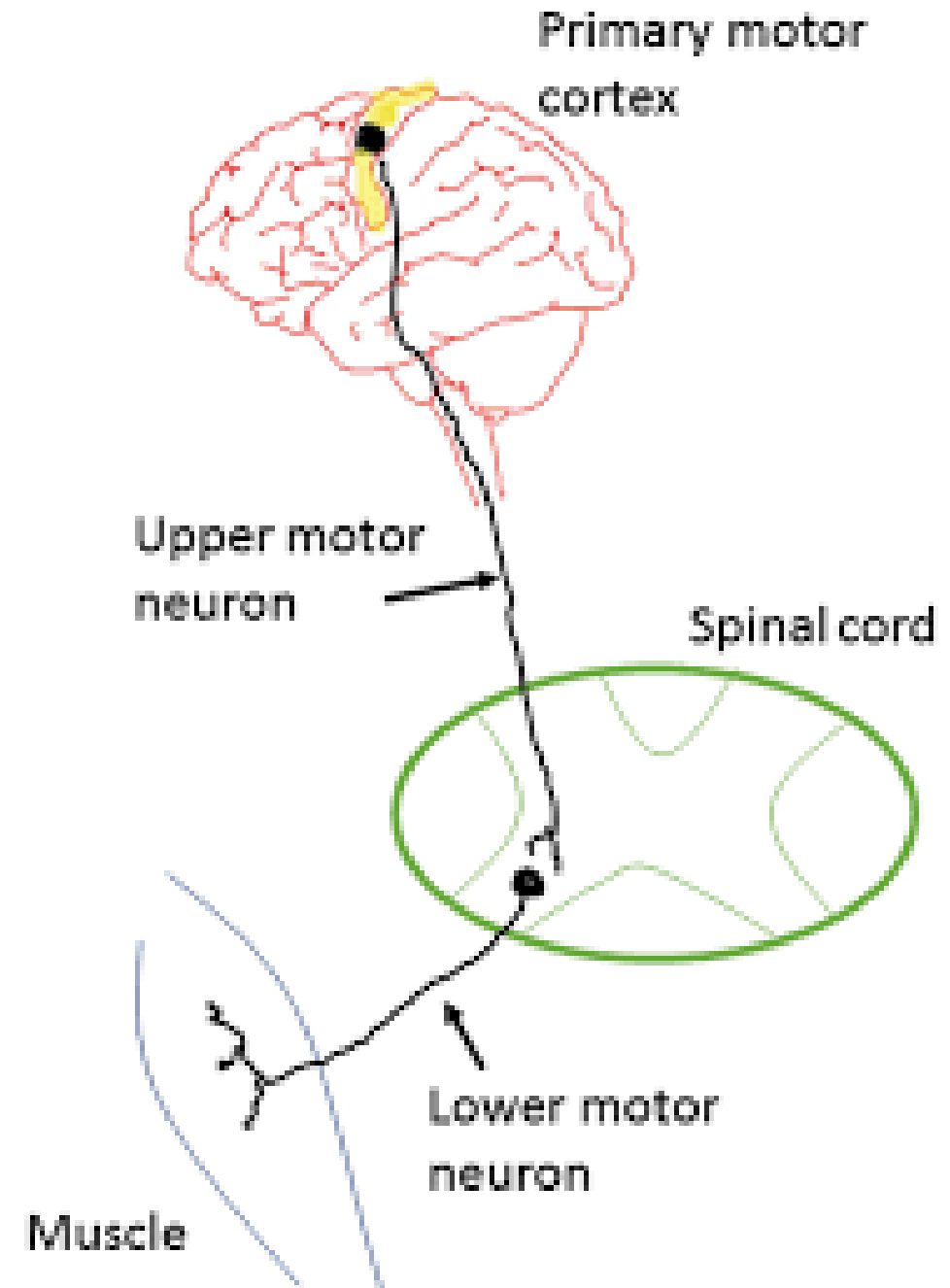
- Tuntohermosolu
- Liikehermosolu
- Välihermosolu



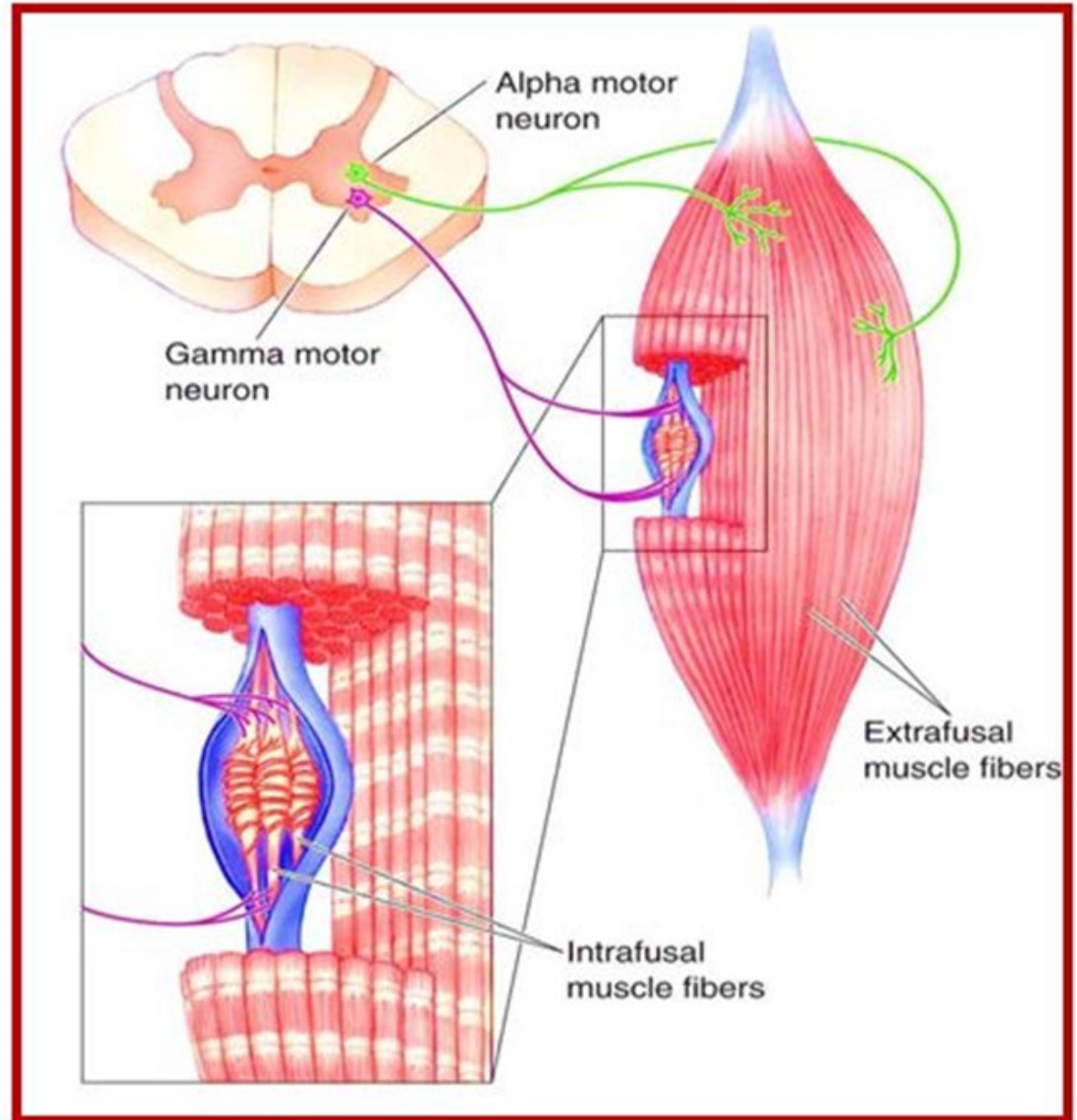


# Hermosolujen rakenteellinen ja toiminnallinen jaottelu

- Tuntohermosolu
- **Liikehermosolu: ylempi ja alempi**
- Välihermosolu

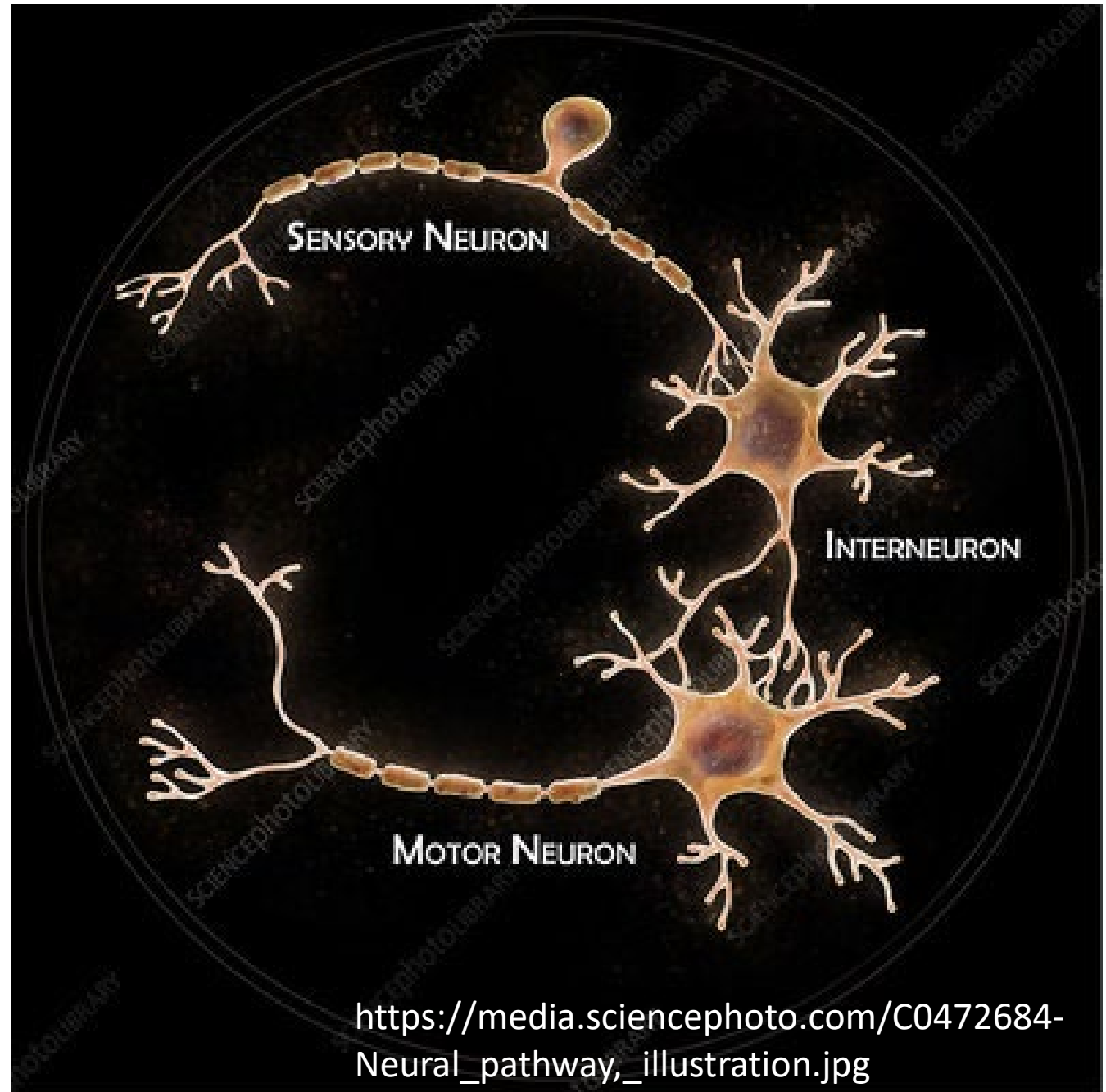


Alempia  
liikehermosoluja on  
erilaisia



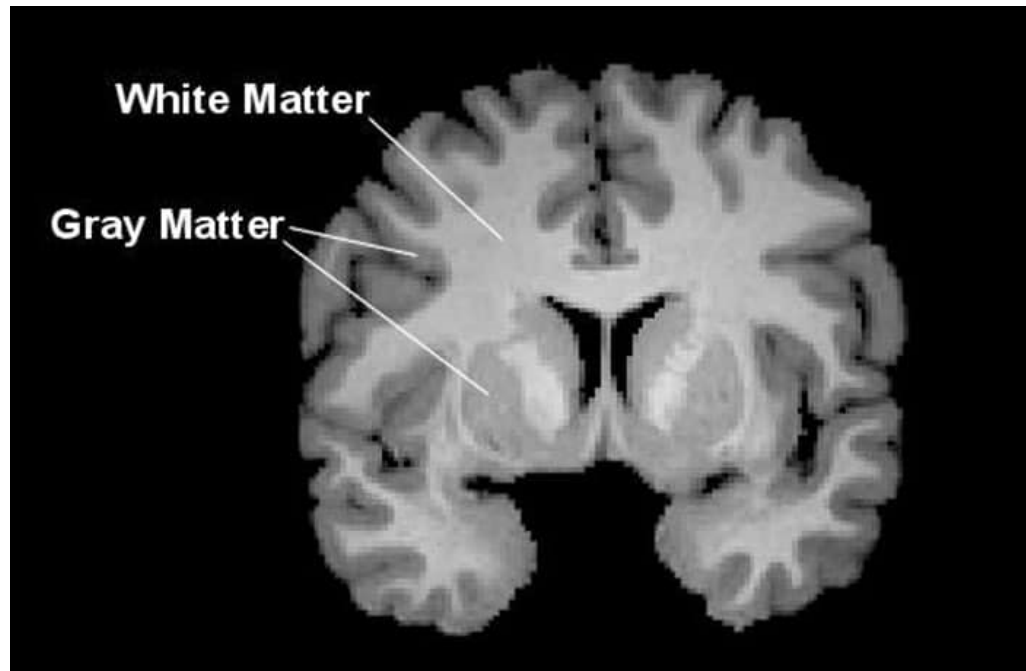
# Hermosolujen rakenteellinen ja toiminnallinen jaottelu

- Tuntohermosolu
- Liikehermosolu
- **Välihermosolu**

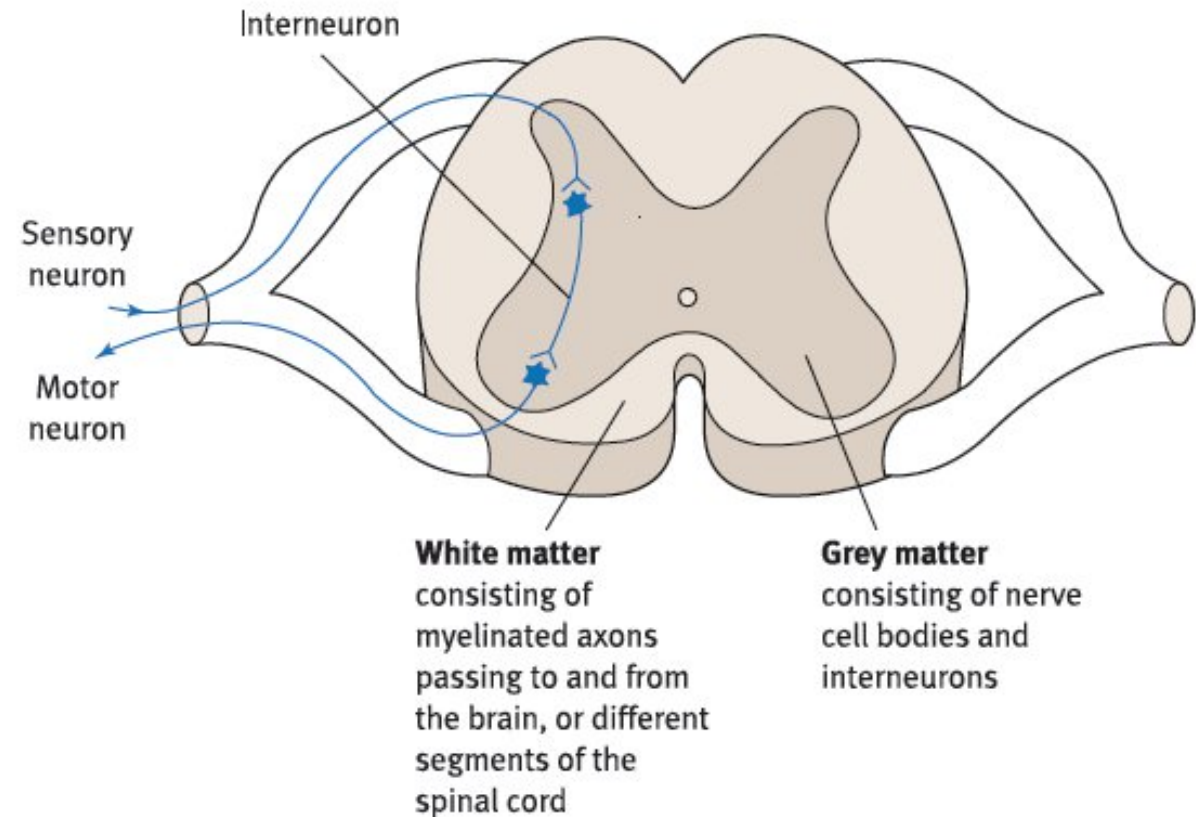


# Hermokudos jakautuu harmaaseen ja valkeaan aineeseen

- Harmaa aine = neuronit
- Valkea aine = tukisolut



[www.psytopost.org/](http://www.psytopost.org/)

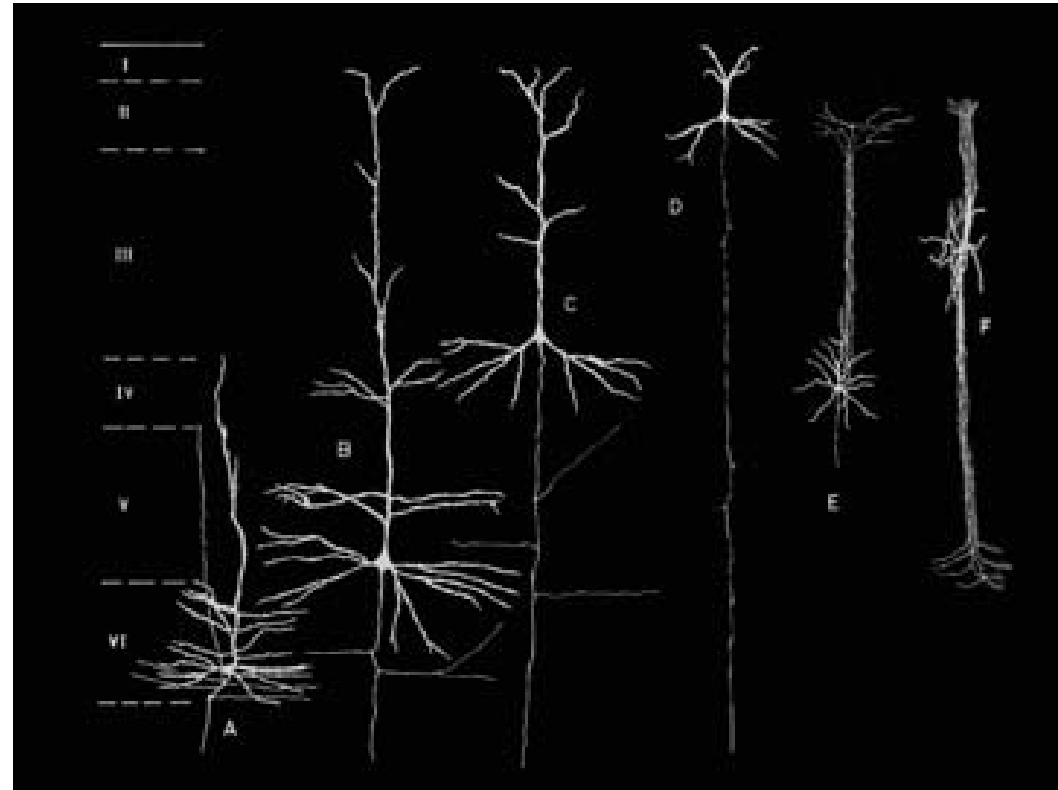


[quora.com/Neurology-What-is-white-matter-and-grey-matter-in-spinal-cord-and-the-brain](https://www.quora.com/Neurology-What-is-white-matter-and-grey-matter-in-spinal-cord-and-the-brain)

# Aivoissa harmaa aine jakautuu 6 solukerrokseen

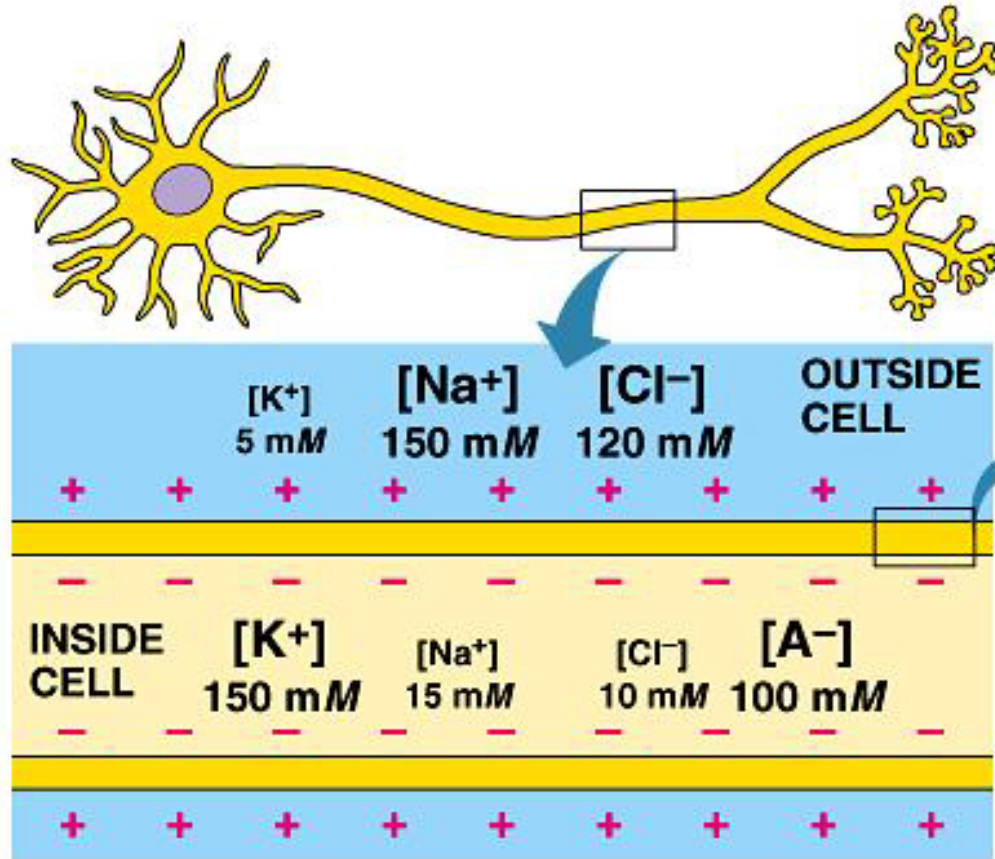


Wikimedia



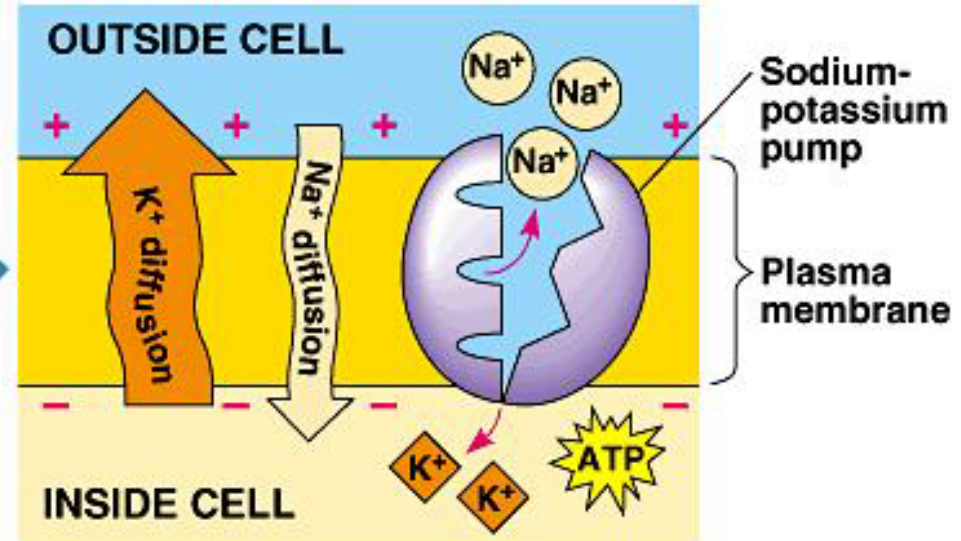
Jones 1981

# Kalvojännite



(a)

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

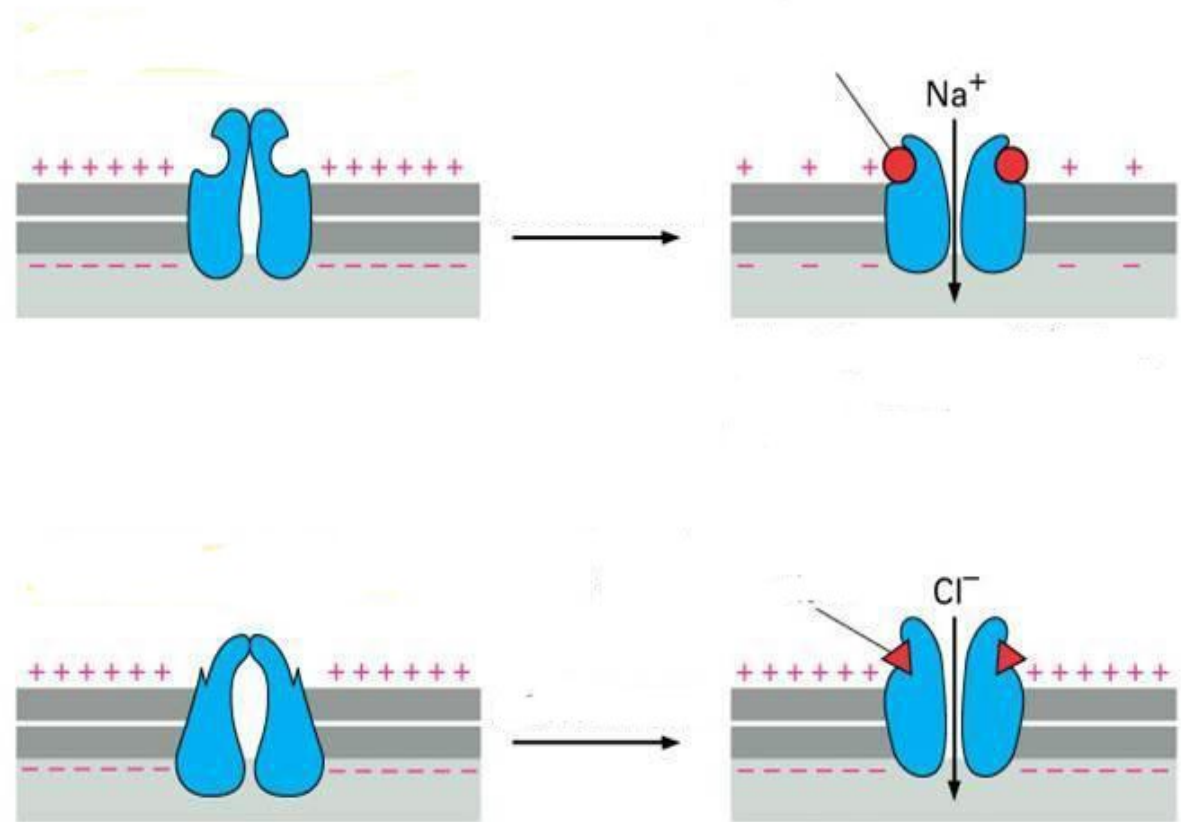


(b) Hermosolun lepojännite n. -70 mV

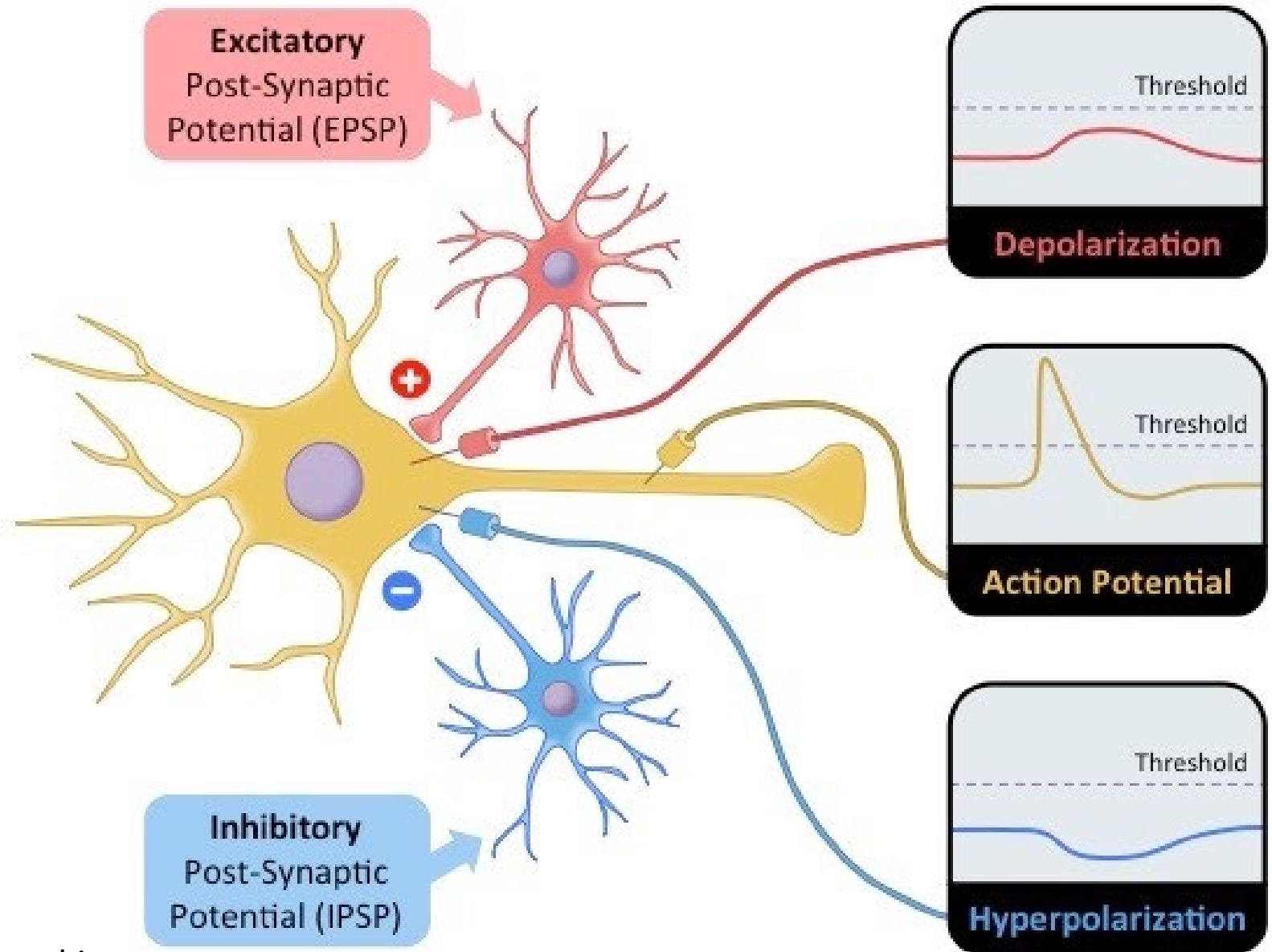
- Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-pumput
- K<sup>+</sup> “vuotaa” solun ulkopuolelle
- Anionit solun sisällä eivät seuraa K<sup>+</sup>-ioneja

# Aktiopotentiaalin eli toimintajännitteen synty

- Solukalvoa pitkin etenevä jännitteen muutos hermo- ja lihassoluissa
- Solukalvon ionikanavien läpäisevyys muuttuu
  - Paine
  - Välittäjäaine
- Kiihdyttävä muutos:  $\text{Na}^+$  -ioneja soluun
- Estävä muutos:  $\text{Cl}^-$  -ioneja soluun



# Aksonikeko “laskee yhteen” signaaleja

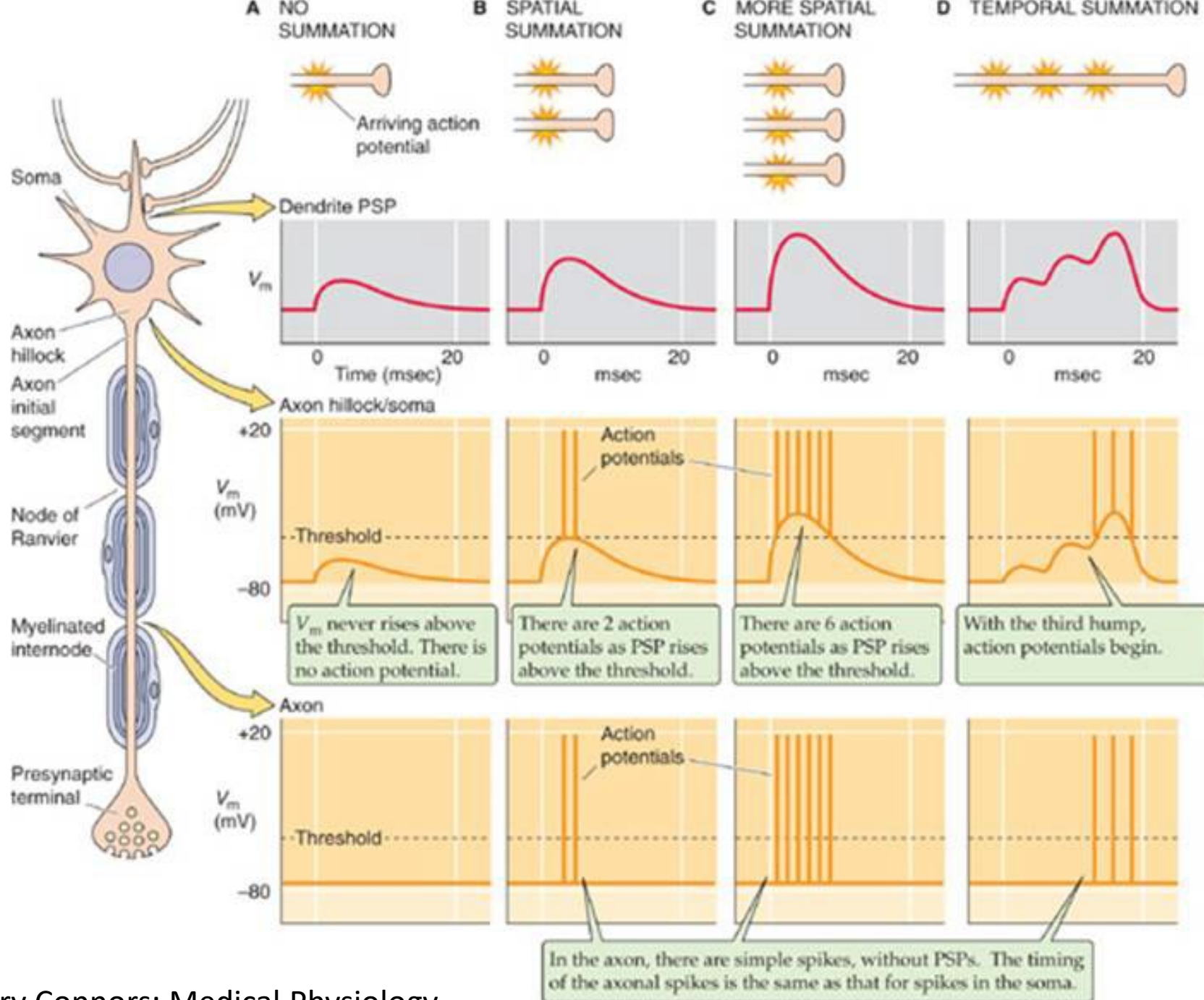


[ib.bioninja.com.au/graded-potential\\_med.jpeg](http://ib.bioninja.com.au/graded-potential_med.jpeg)

An action potential occurs if the combination of graded potentials exceeds a threshold



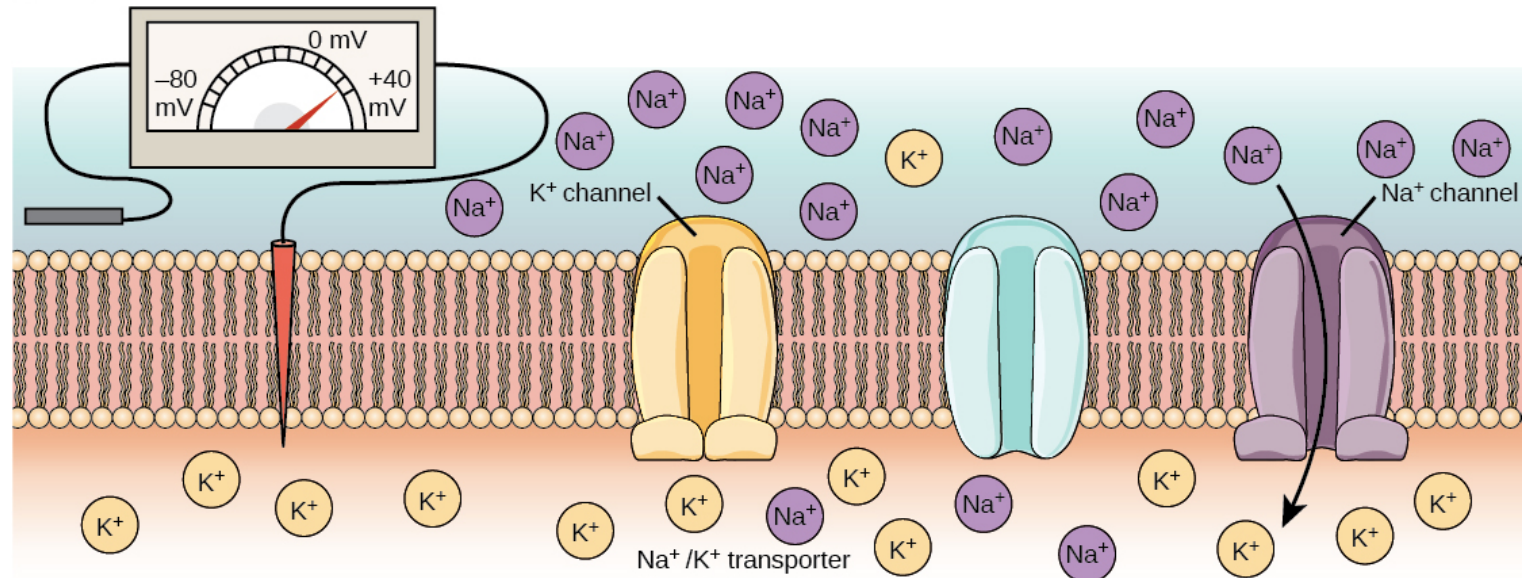
“Kaikki tai ei mitään”:  
 Aksonikeko laukaisee  
 depolarisaatioaallon



- Depolarisaatiota seuraa repolarisaatio  $K^+$ -kanavien auetessa ja  $Na^+$ -kanavien sulkeutuesssa

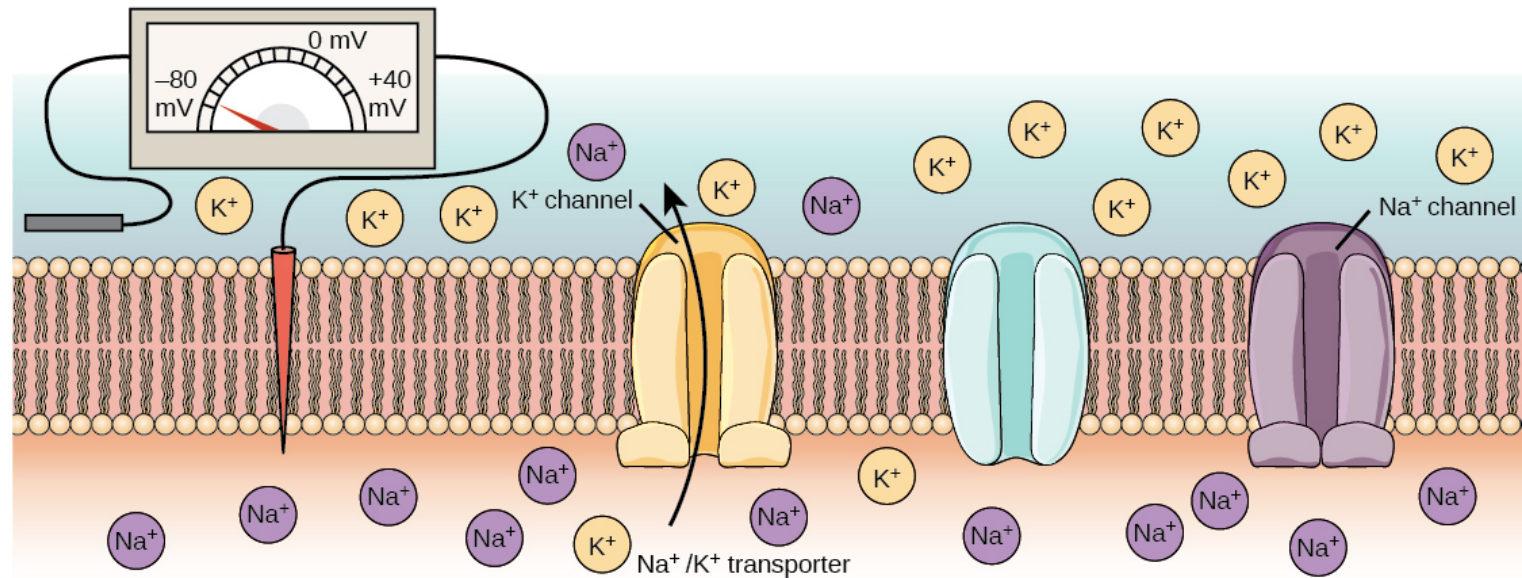
- Aikaskaala n. 1 ms

(b) Depolarization



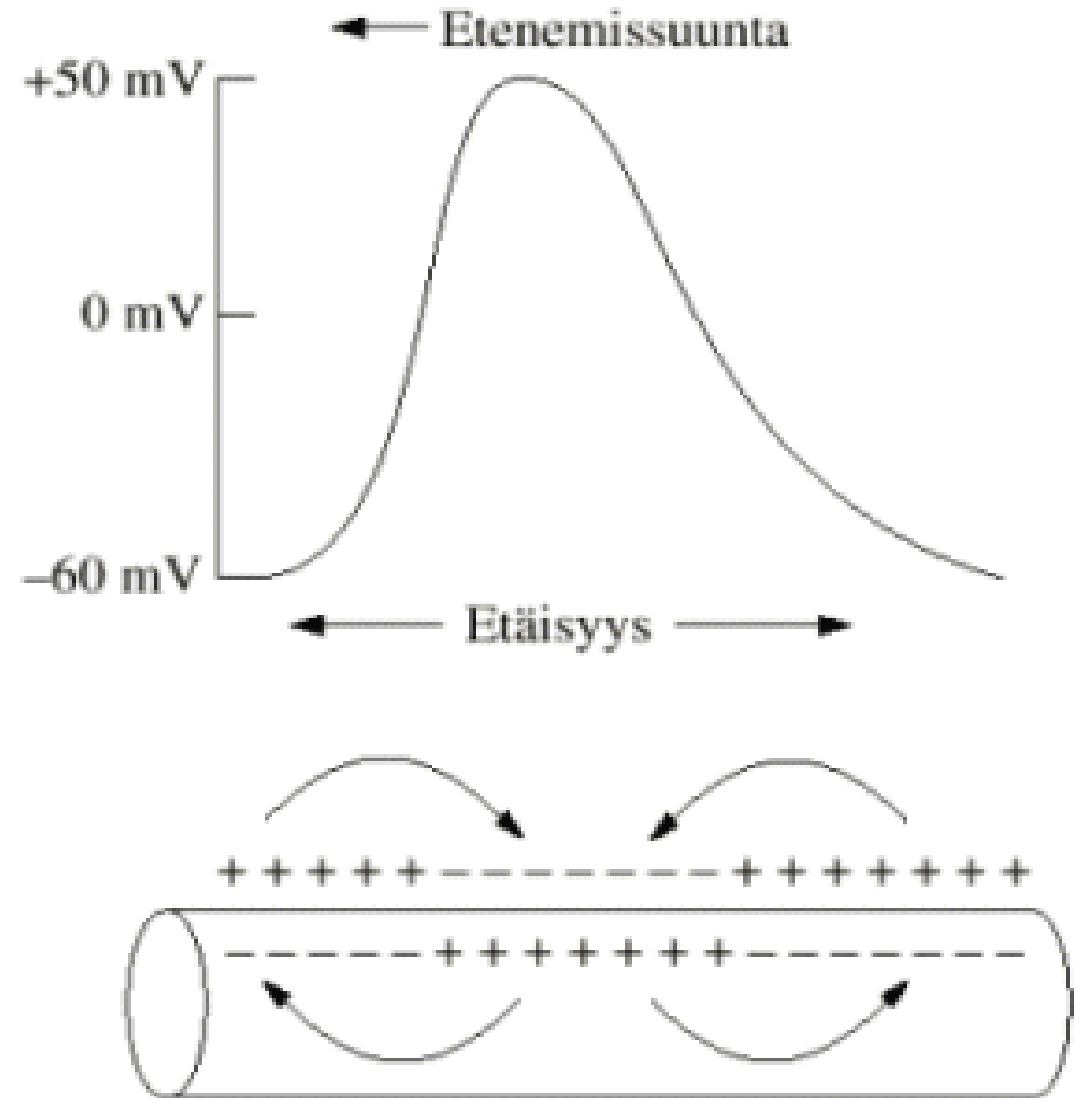
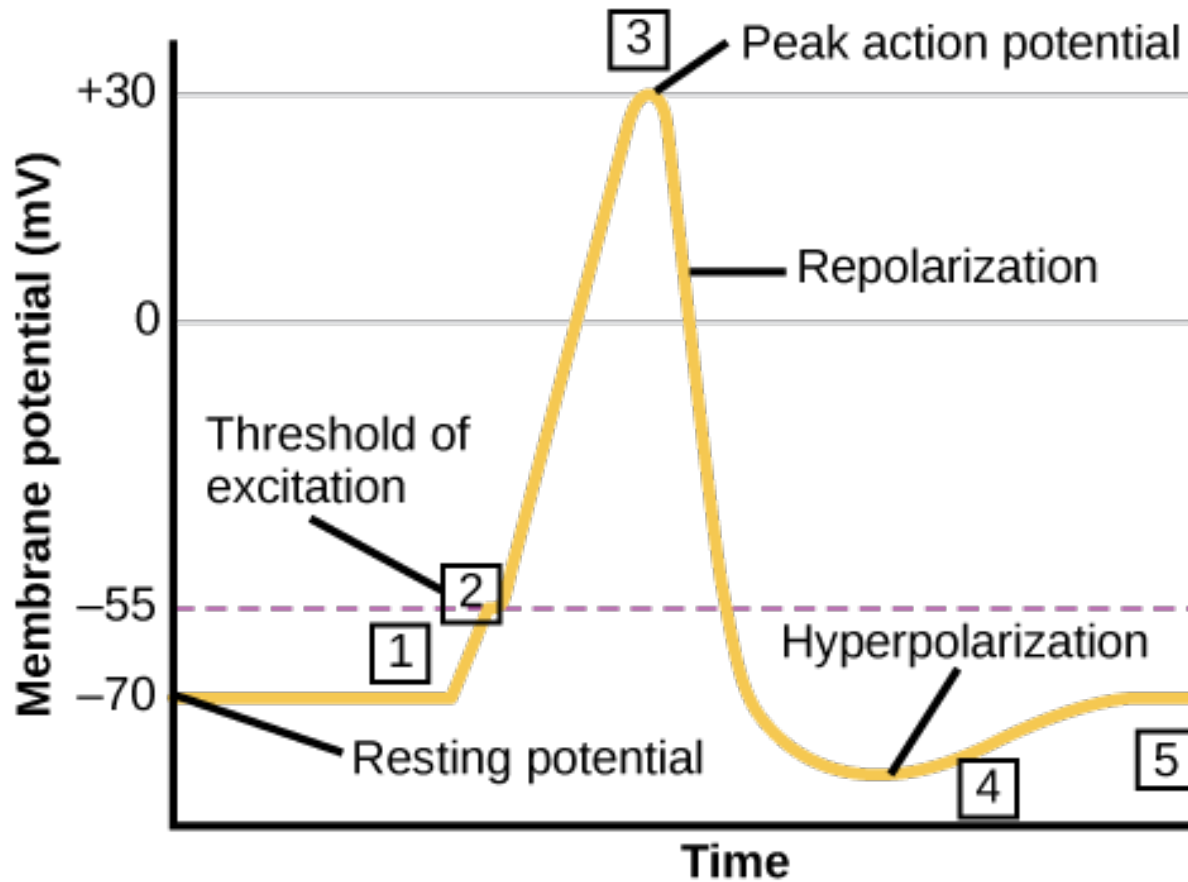
In response to a depolarization, some  $Na^+$  channels open, allowing  $Na^+$  ions to enter the cell. The membrane starts to depolarize (the charge across the membrane lessens). If the threshold of excitation is reached, all the  $Na^+$  channels open.

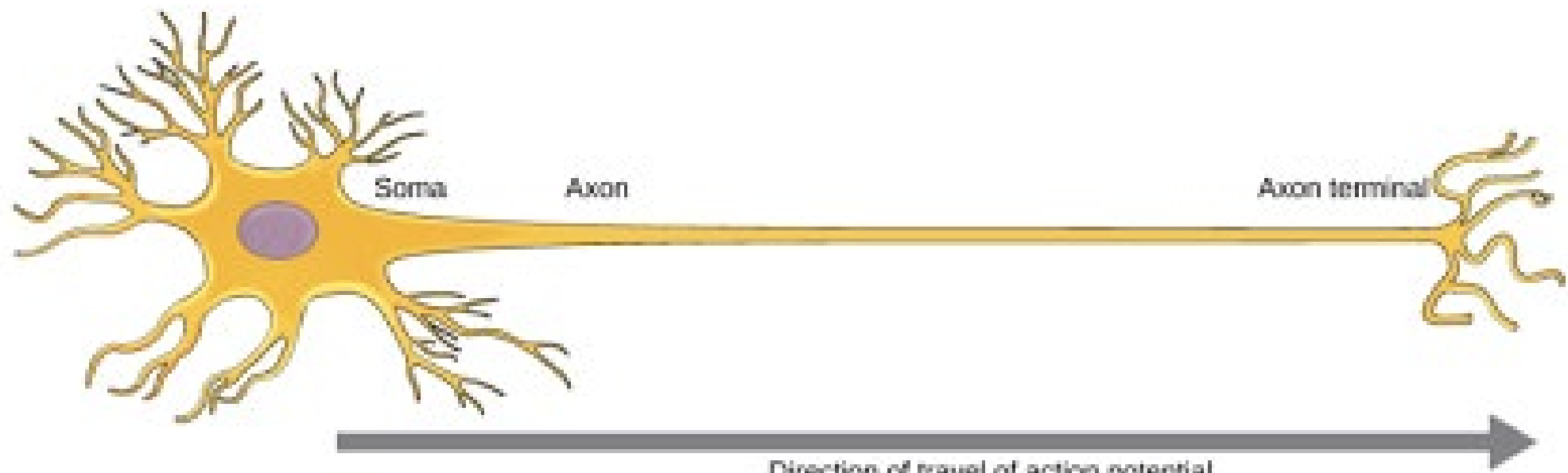
(c) Hyperpolarization



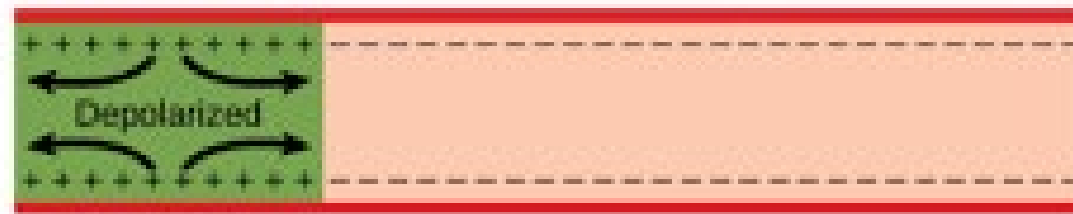
At the peak action potential,  $Na^+$  channels close while  $K^+$  channels open.  $K^+$  leaves the cell, and the membrane eventually becomes hyperpolarized.

# Repolarisaatiota seuraa hyperpolarisaatio

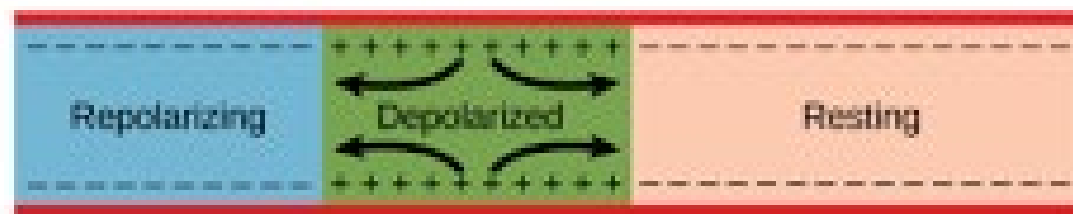




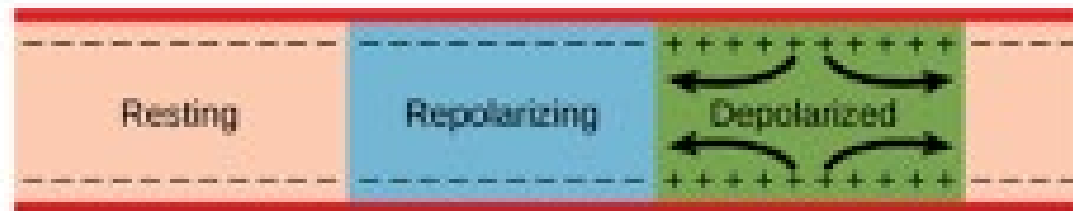
a. In response to a signal, the soma end of the axon becomes depolarized.



b. The depolarization spreads down the axon. Meanwhile, the first part of the membrane repolarizes. Because  $\text{Na}^+$  channels are inactivated and additional  $\text{K}^+$  channels have opened, the membrane cannot depolarize again.

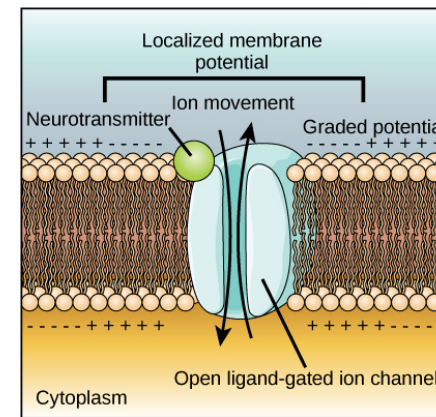
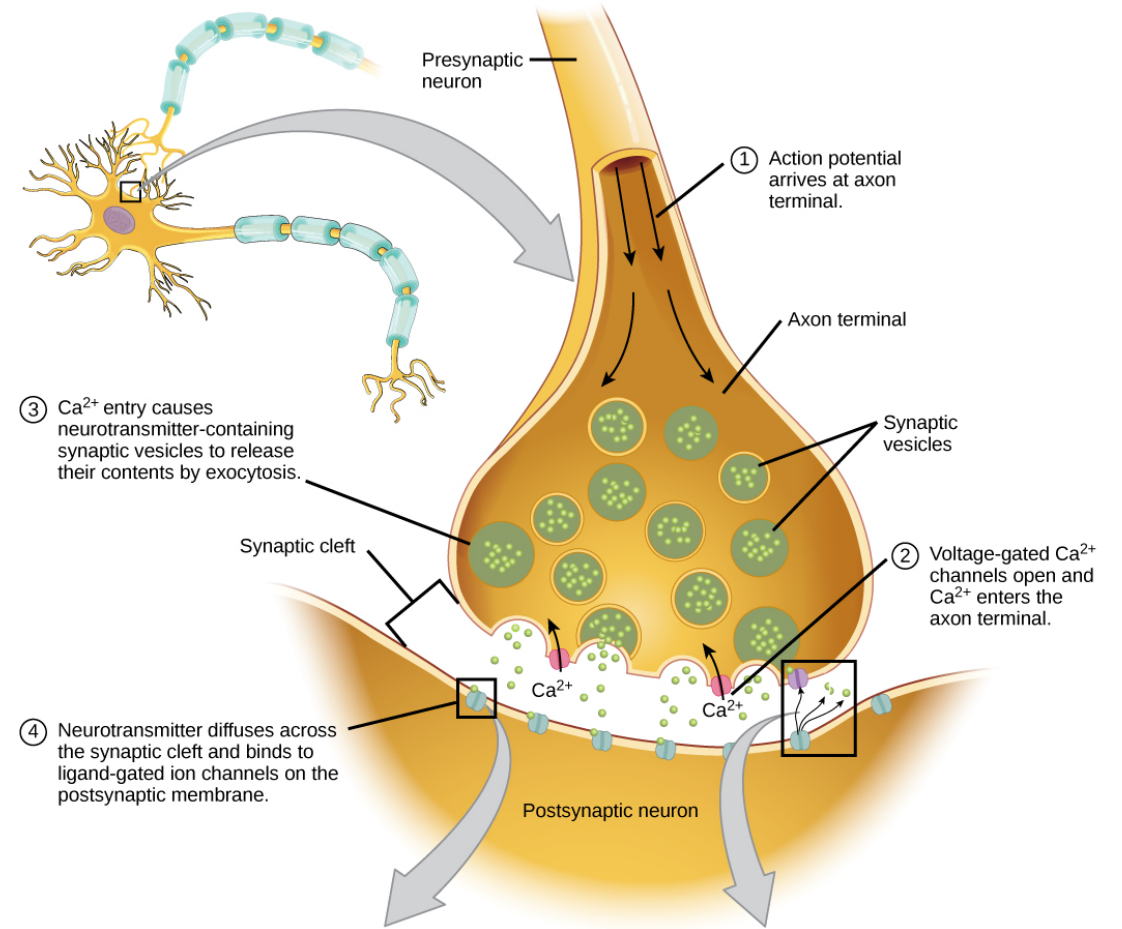


c. The action potential continues to travel down the axon.

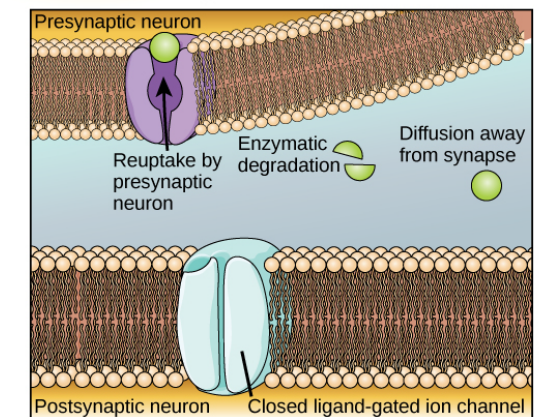


# Synapsivälitys

- Välittäjäaine (neurotransmitteri) syntetisoidaan presynaptisesti eli tuojasolussa
- Vapauduttuaan synapsirakoon se reagoi vastaanottajasolun (postsynaptisten) reseptorien kanssa



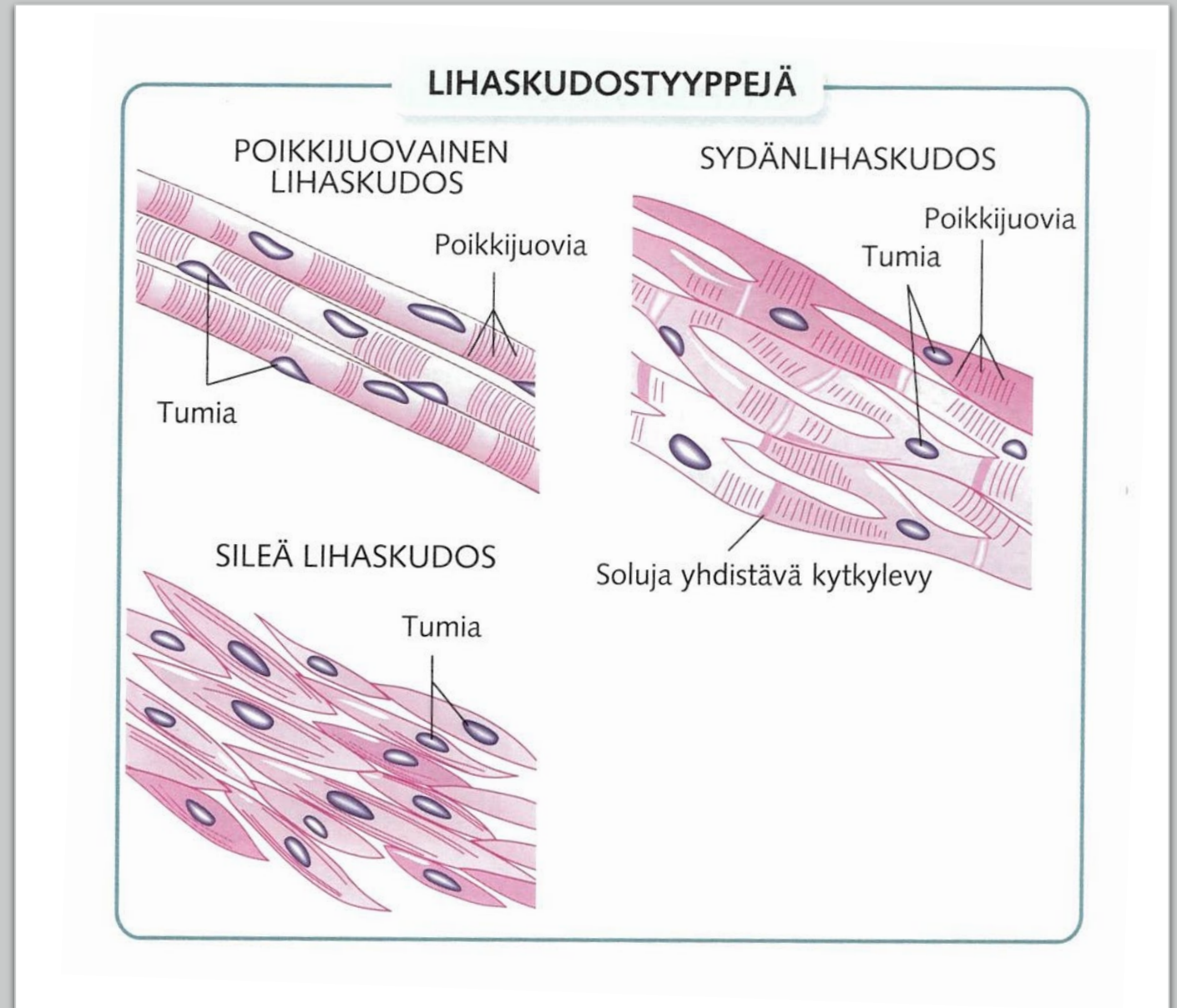
- 5 Binding of neurotransmitter opens ligand-gated ion channels, resulting in graded potentials.



- 6 Reuptake by the presynaptic neuron, enzymatic degradation, and diffusion reduce neurotransmitter levels, terminating the signal.

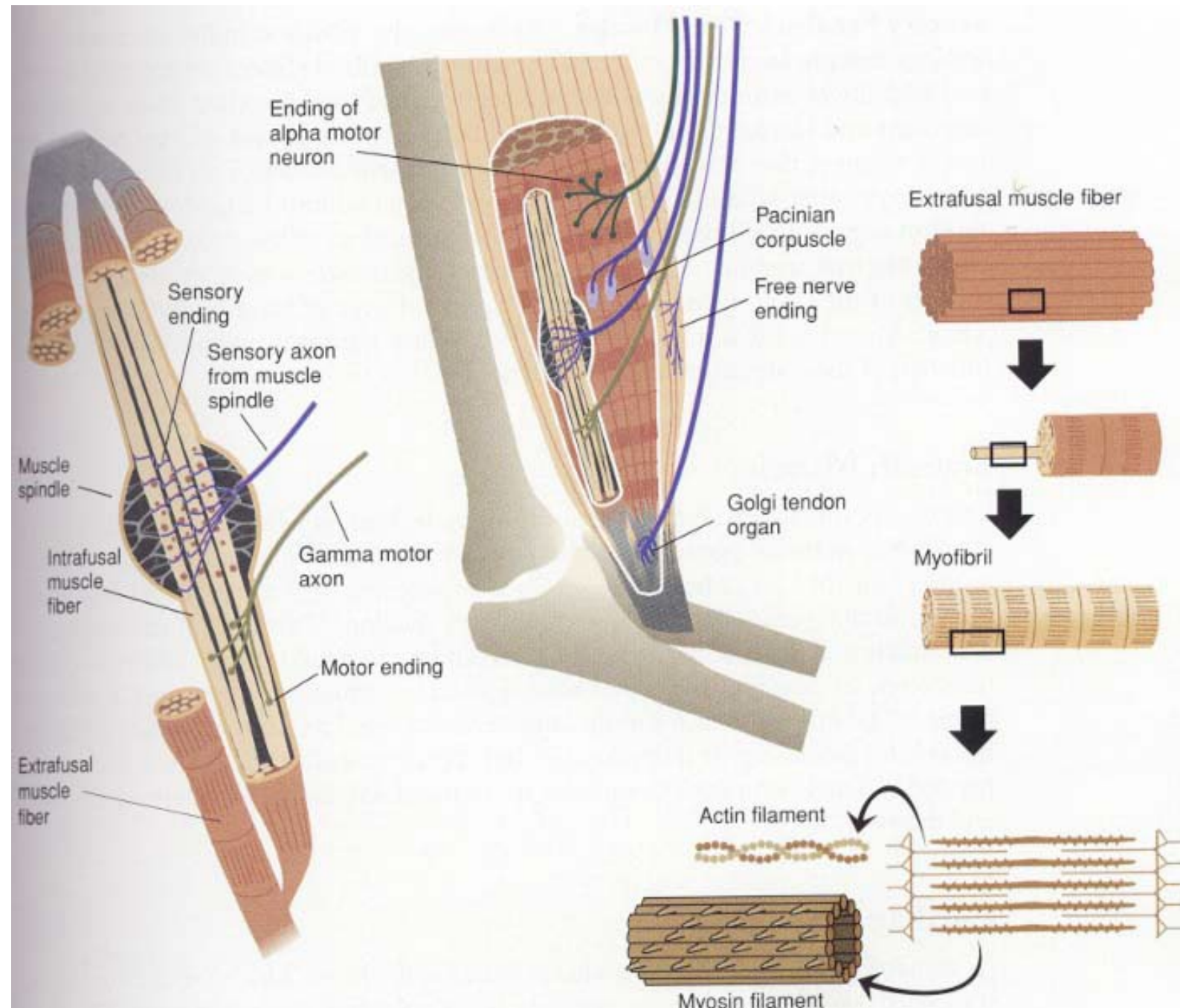
# Lihaskudos

- Supistumiskykyinen
- 40-50% ihmisen painosta
- Lihassolu = lihassy
- Kolmea tyyppiä



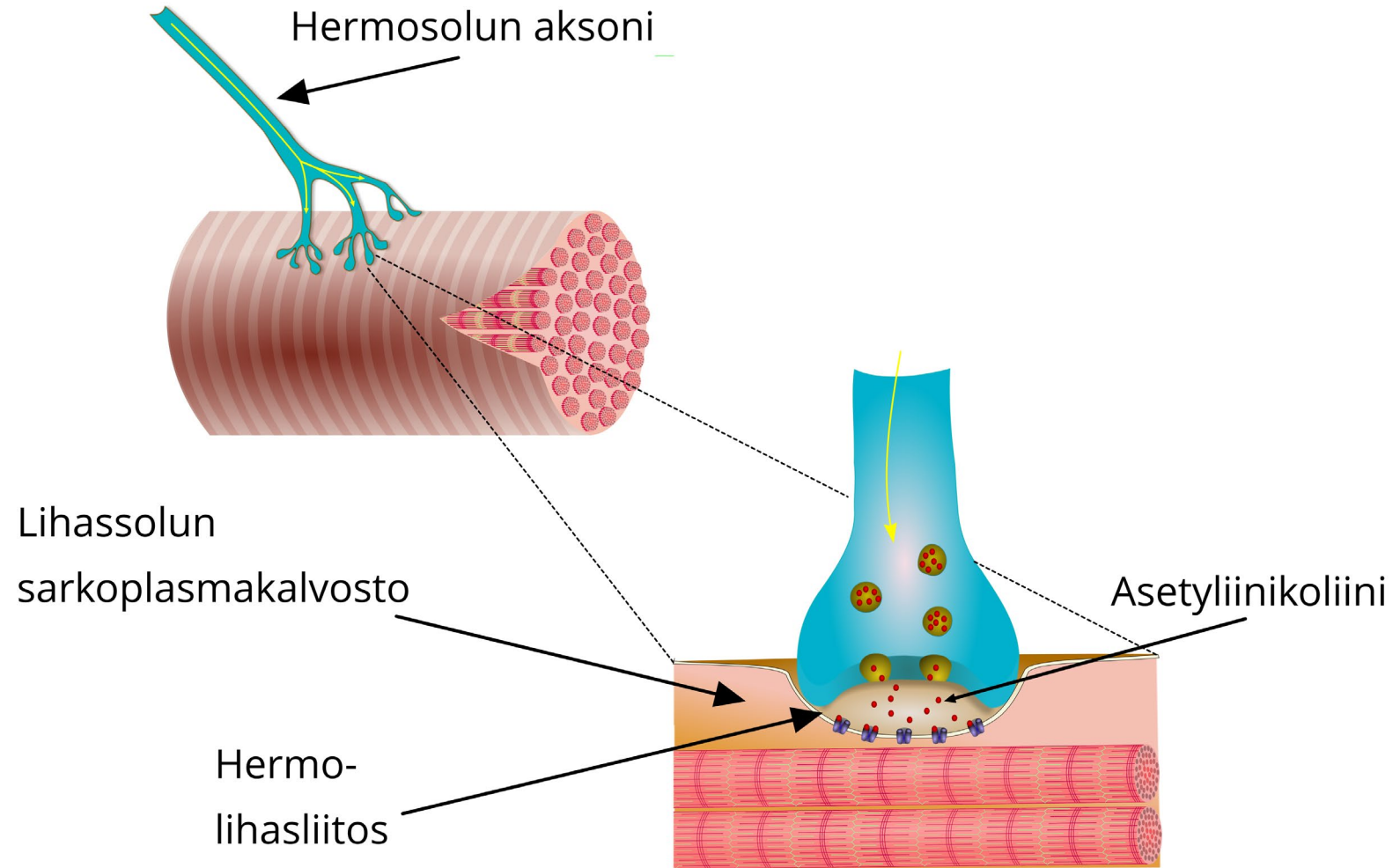
# Poikkijuovainen lihaskudos

- Tahdonalainen
- Jänteillä kiinni luissa (*luurankolihakset*)
- Lihassyiden pituus 5-50 mm, paksuus 10-100  $\mu\text{m}$
- Satoja tumia
- (myo)fibrilli – (myo)filamentti
- Aktiini- ja myosiinifilamentit



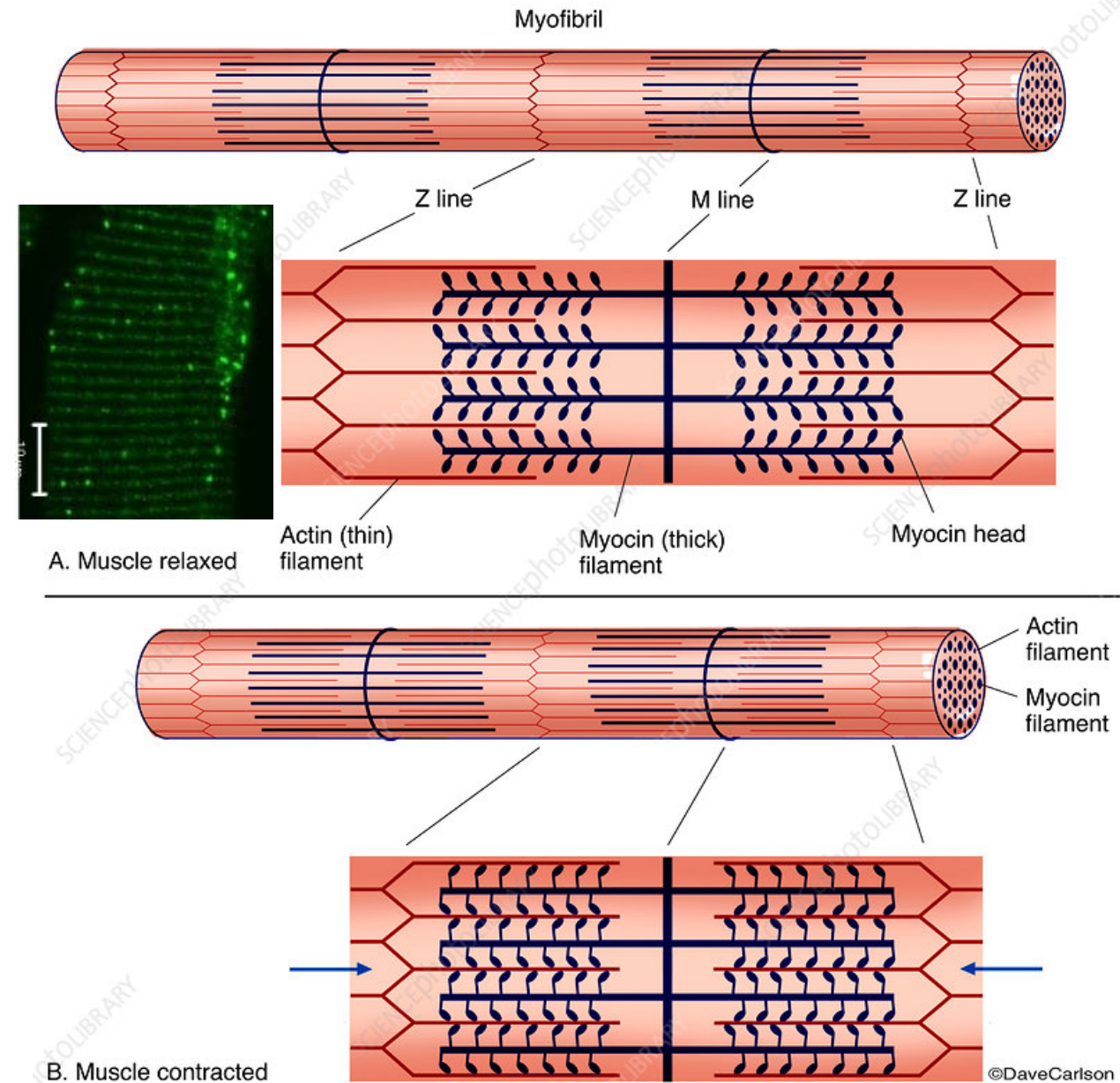
# Lihassupistus

- Hermolihasliitos
- Yksi hermosolu hermottaa useita lihasoluja (motorinen yksikkö)
- Aksonin päässä motorinen päätelevy
- Jokainen hermoimpulssi johtaa lihasimpulssiin





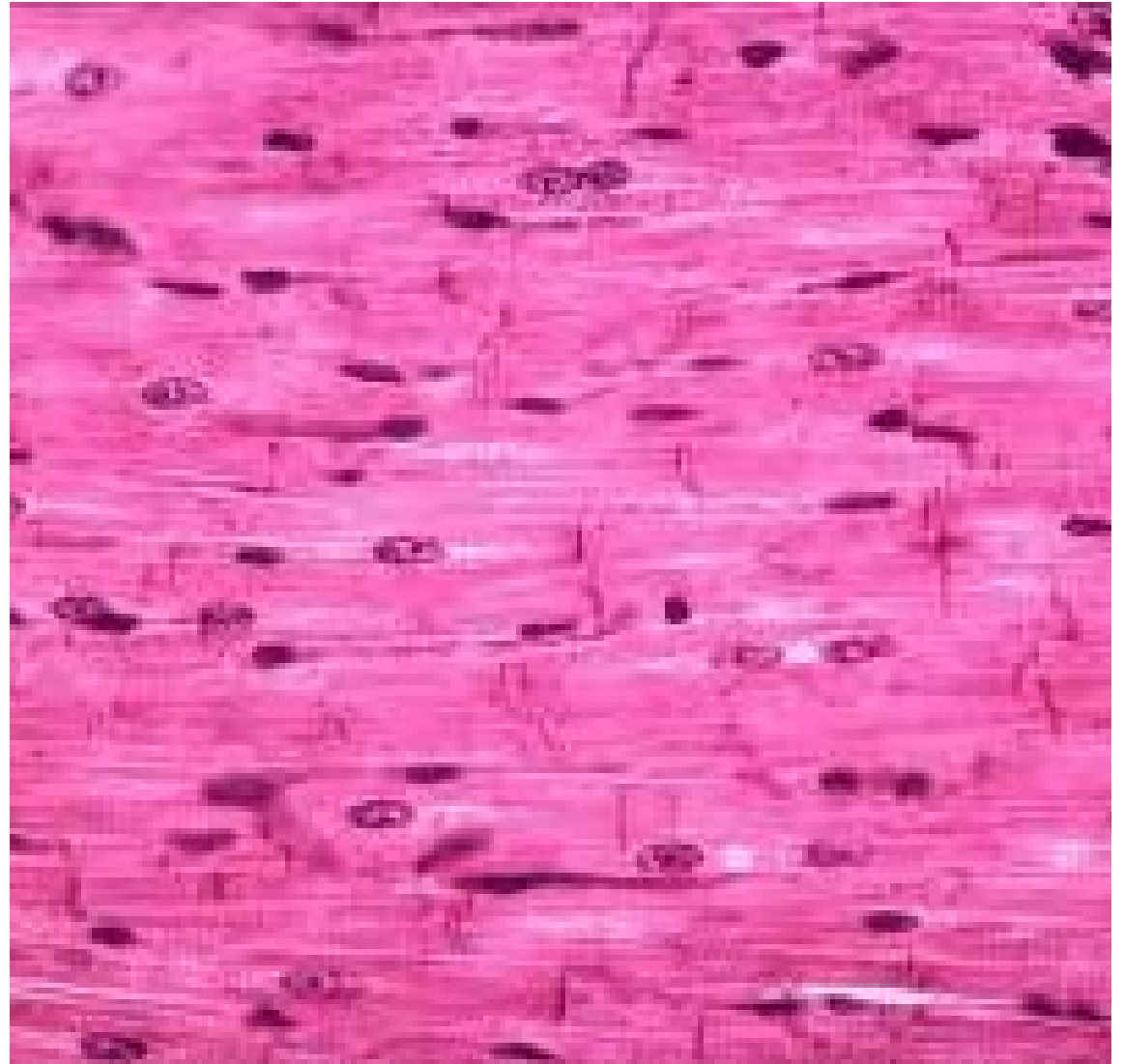
- Aktiopotentiaali leviää solun sisään solukalvon jatkeita pitkin
- Sarkoplasmaattisesta kalvostosta vapautuu  $\text{Ca}^{2+}$  -ioneja
- aktiini- ja myosiinisäikeet liukuvat toistensa lomiin
- Yksittäisen lihasnykäyksen kesto kymmeniä millisekunteja, vrt. nopea kalvojen depolarisaatio



# Sileä lihaskudos

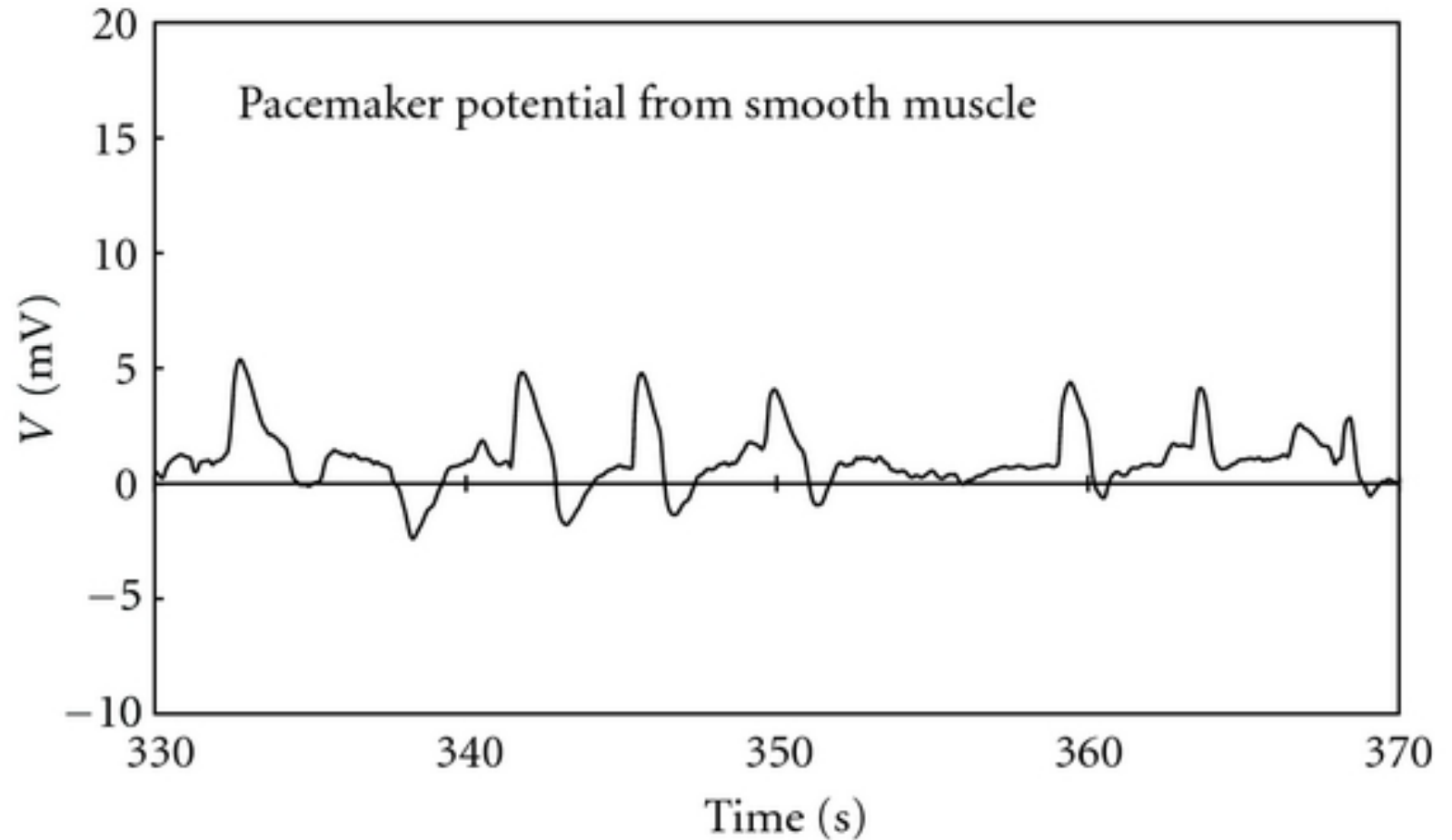
---

- Tahdosta riippumaton
- Kerroksittain esim. verisuonten, hengitysteiden, ruuansulatuskanavan seinämissä
- Lihassyiden pituus 0.02-0.5 mm, paksuus 3-10  $\mu\text{m}$
- Yksi tuma
- Järjestäytymättömiä aktiini- ja myosiinifilamentteja



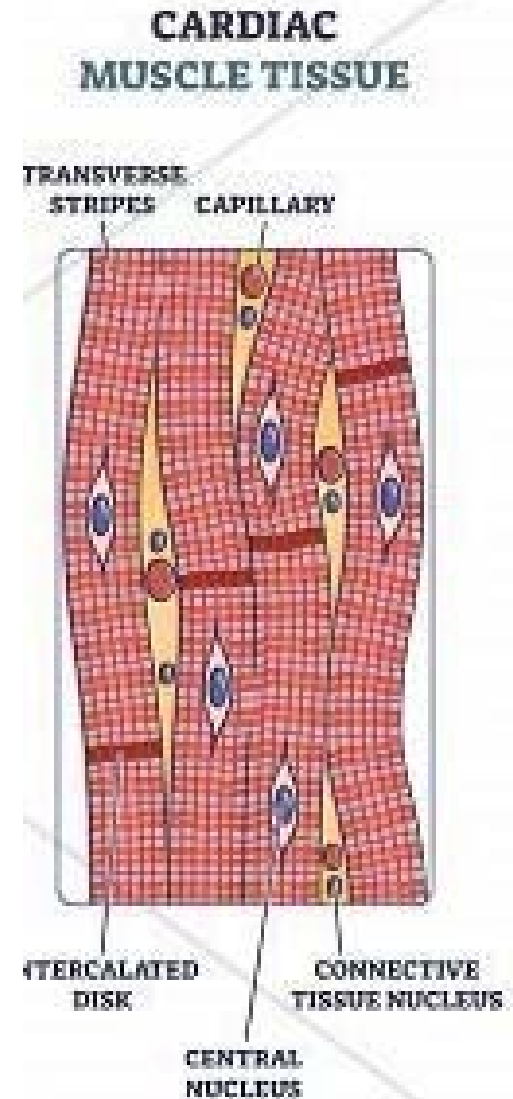
# Sileän lihaskudoksen solujen lepopotentiaali vaihtelee jatkuvasti

- Tahdistinalueiden lepopotentiaalilla lisääntynyt taipumus pienentyä
- Impulssi voi levitä suoraan viereiseen soluun
- Myös autonominen hermosto hermottaa



# Sydänlihaskudos

- Tahdosta riippumaton
- Runsaasti mitokondrioita ja hiussuonia
- Verkkomainen rakenne
- Uusiutumiskyvytön
- Autonominen hermosto hermottaa, myös itsenäinen tahdistus
- Impulssi suoraan solusta toiseen
- Pitkä repolarisaatioaika estää jatkuvan supistuksen



# Lihastyypin vertailu

LIHASTYYPPI	SOLUN KOKO	TUMAT	POIKKI- JUOVAT	HERMOTUS	AUTO- MATIA	IMPULSSIN SUORA LEVIÄMINEN	TAHDON- ALAISUUS	HERMOTUKSEN KATKEAMINEN	HORMONIEN VAIKUTUS
POIKKIJUOVAINEN	suuri	monta	+	somaatt.	-	-	+	surkastuu	+/-
SILEÄ	normaali	yksi	-	autonom.	+/-	+/-	-	toimii	+++
SYDÄNLIHAS	normaali	yksi	+	autonom.	+	+	-	toimii	+