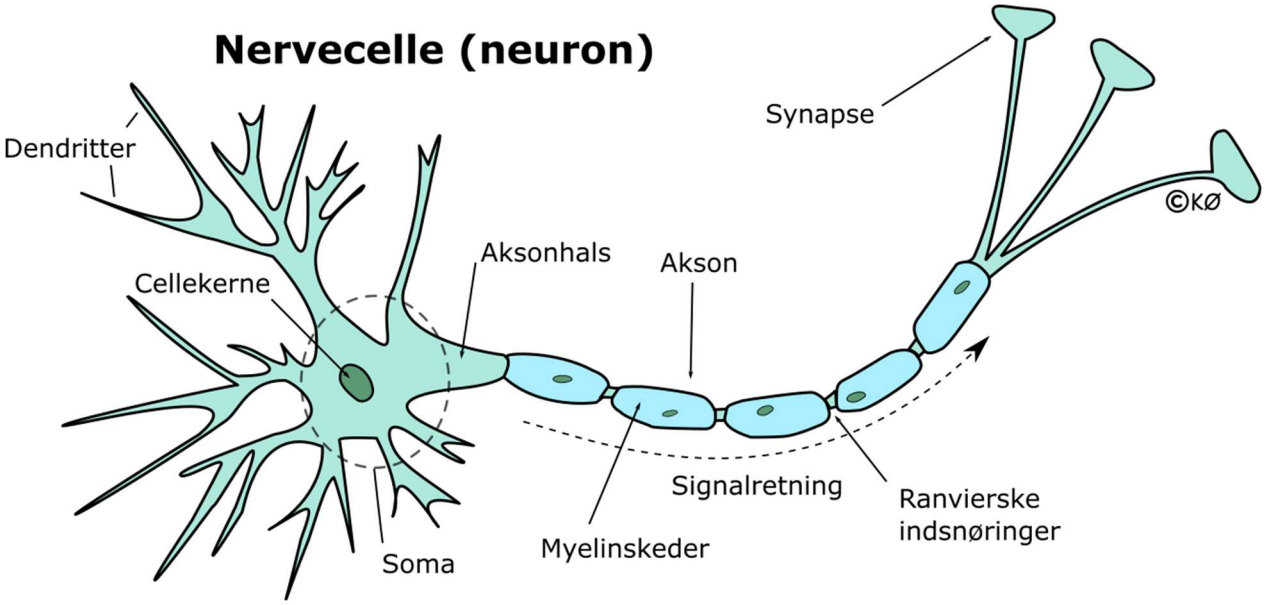
Nervecellen

obs: Hovedparten af teksten ligger i figuren. Det er gengivet i punktform herunder figuren.

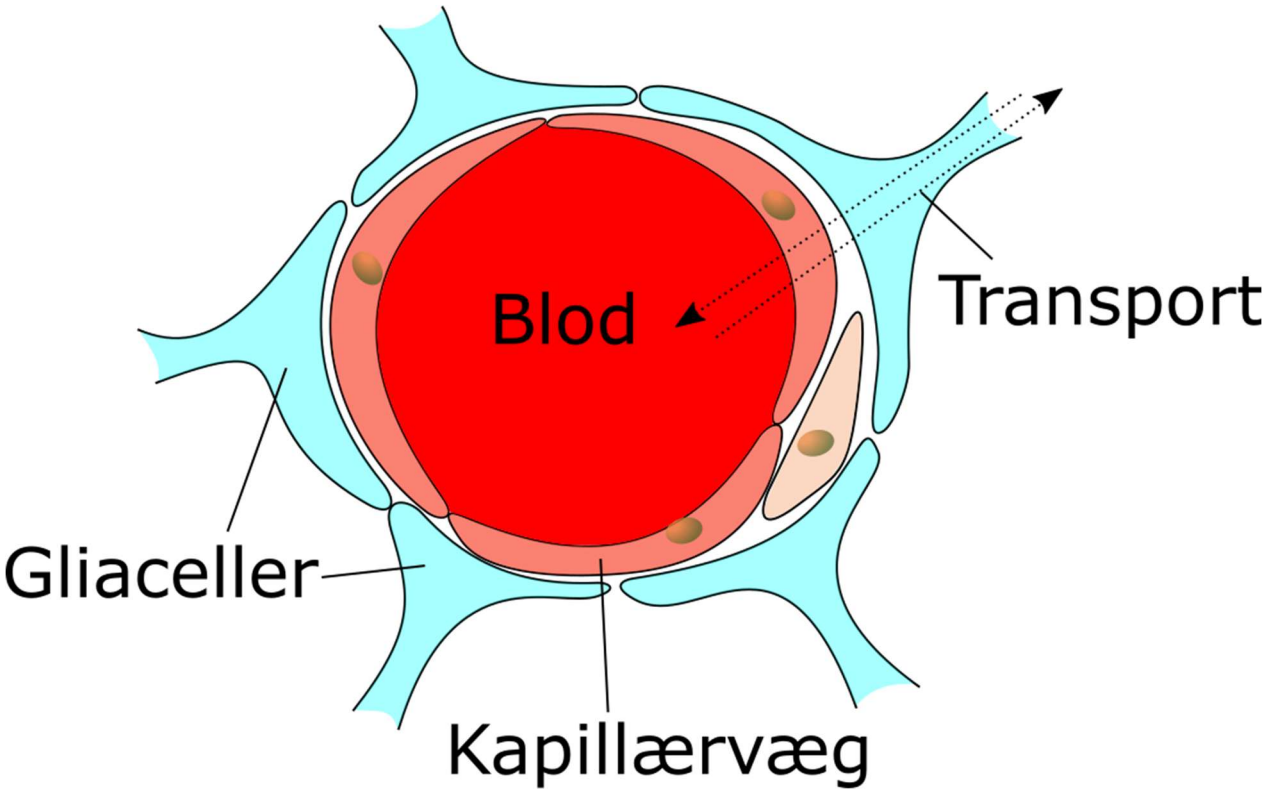


- **Dendritter** modtager signaler fra andre nerveceller
- En **neuron** ér en celle, så den har naturligvis en cellekerne og i øvrigt også mitokondrier, ribosomer og andet som ikke er tegnet på.
- **Soma** betyder "krop" og er den centrale del af neuronet
- **Aksonshals** er områder der igangsætter et nervesignal. Mere herom senere.
- **Akson** er del af neuronet der fører signalet bort.
- **Myelinskeder** er fedtholdige skeder. som omkranser aksonet. Det øger signalhastigheden og kan sammenlignes med isolering på ledninger. Myelinskeder celler.
- **Synapser** overfører signalet til andre neuroner eller muskler.
- **Ranvierske indsnævringer** er mellemrum mellem myelinskeder. Nervesignalet springer fra indsnøring til indsnøring. Indeholder mange Na+ kanaler.

Hjernebarrieren

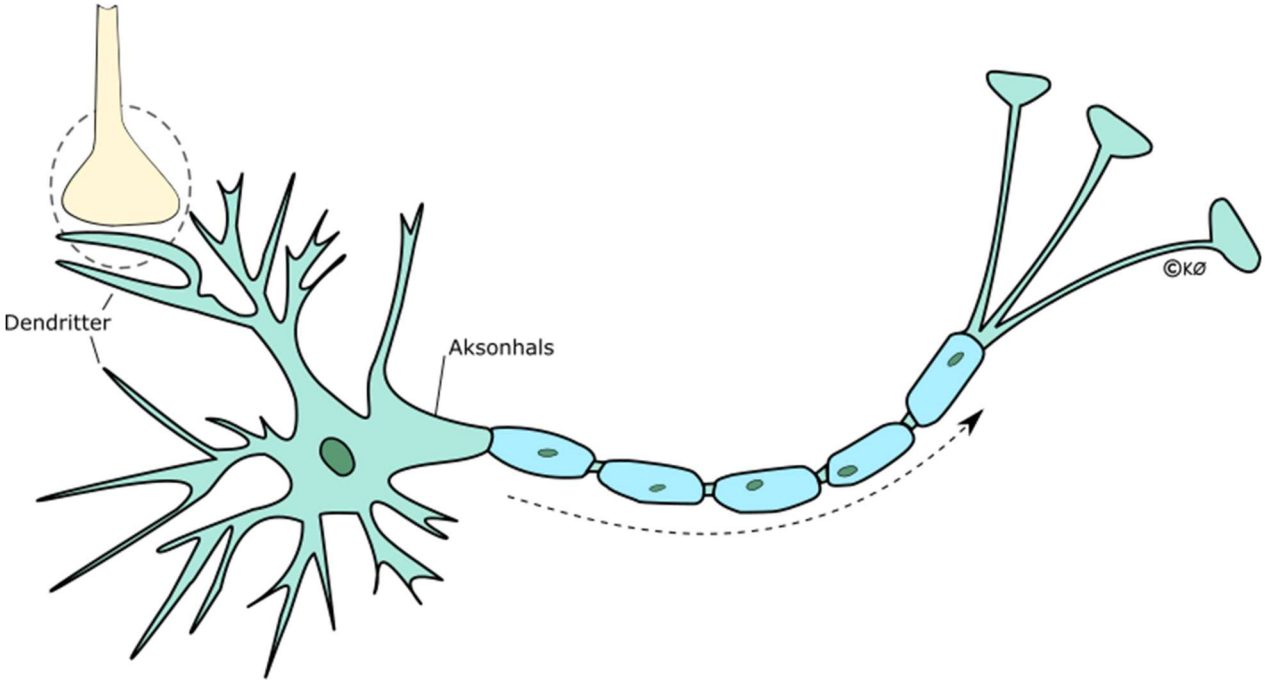
Kroppen passer godt på hjernen, for en infektion i hjernen kan let betyde døden – fx meningitis som er en infektion med en bakterie eller virus. Nogle mennesker bærer på bakterien i næsehulen, men en effektiv barriere sørger for at den ikke når ind til nervesystemet.

Barrieren er smart, for vi får sjældent infektioner i hjernen. Udfordringen opstår, når man vil have medicin og rusmidler til at trænge igennem til neuronerne. Her har små upolære stoffer lettere ved at trænge ind til hjernen. Medicin skal designes meget specifikt for at omgås barrieren.



- Gliacellerne er gatekeeper for stoffer fra blodet ud til neuronerne. De specifikke støtteceller vist i figuren hedder astrocytter. Endothelcellerne (ikke vist på fig.) er det inderste lag af flade celler i hjernen, som danner barierren til neuronerne i hjernen.
- Støtteceller, som forhindrer direkte kontakt mellem blod og neuroner. Det forhindrer de fleste infektioner.

Overførsel af signal fra en synapse til en neuron



Når en synapse sender et signal, er det først elektrisk, men i spalten mellem synapsen og dendritten bliver signalet kemisk. Lykkes det at videresende signalet videre igennem dendritten vil det igen forsætte som et elektrisk signal. Den elektriske impuls vandrer hen over overfladen af neruronen og frem til

aksonshalsen. Her vil det afgøres om signalet er stærkt nok til at blive sendt videre. Vi vil herunder zoome ind på overførslen i synapsen.

Neurotransmitterstoffer

Der er mange milliarder forbindelser mellem neuronerne. Nogle fremmer aktiviteten i et område i kroppen, men andre dæmper. Der findes en række neurotransmitterstoffer som er ansvarlige for at styre det. Nogle af dem ser du her.

GABA

Et sløvende neurotransmitterstof. Påvirker syn, motorik og mangel kan fremme angst.

Serotonin

Humørstof. Giver glæde og hjælper søvncyklus. Humør, søvn, angst, sex og appetit. Kan påvirkes af fysisk aktivitet og lys. Serotoninmangel kan medvirke til depression

Dopamin

Giver hjernen en belønning fx INDEN vi spiser chokolade eller ryger, men belønningen motiverer også til afhængighed. Meget narko fremmer dopaminudskillelse. Kan virke både fremmende og hæmmende

Endorfin

Hæmmer følelse af smerte – fx efter hård træning. Tilhører gruppen af opioider.

Glutamat

Udbredt i CNS. Læring og hukommelse. Fremmer nerveforbindelser.

Acetylkolin

Fremmende. Understøtter læring og aktiverer muskler i kroppen. Kan også virke hæmmende.

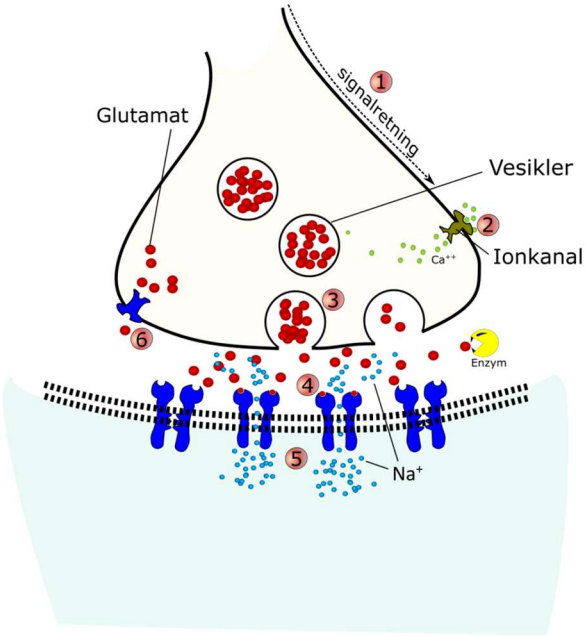
Adrenalin

Fight or flight hormon. Øger hjertefrekvens og blodgennemstrømning. Giver kortvarigt fysisk boost og øger opmærksomhed og reaktionshastighed

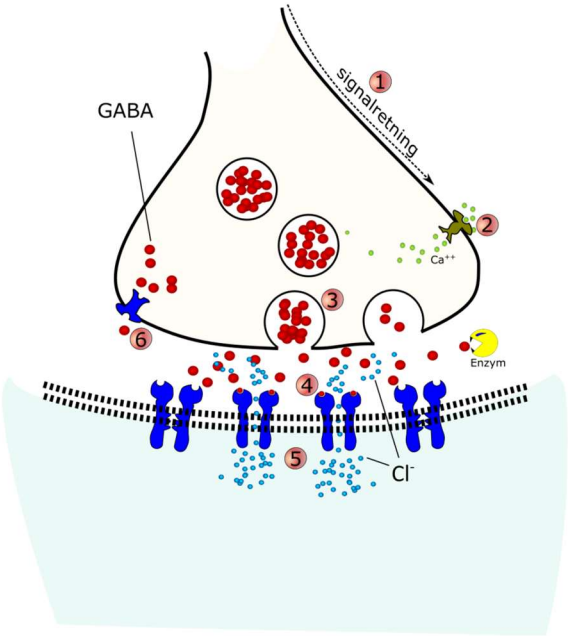
Noradrenalin

Øger opmærksomhed og reaktion og er en del af fight or flight

Fremmende nervesignal



Hæmmende nervesignal

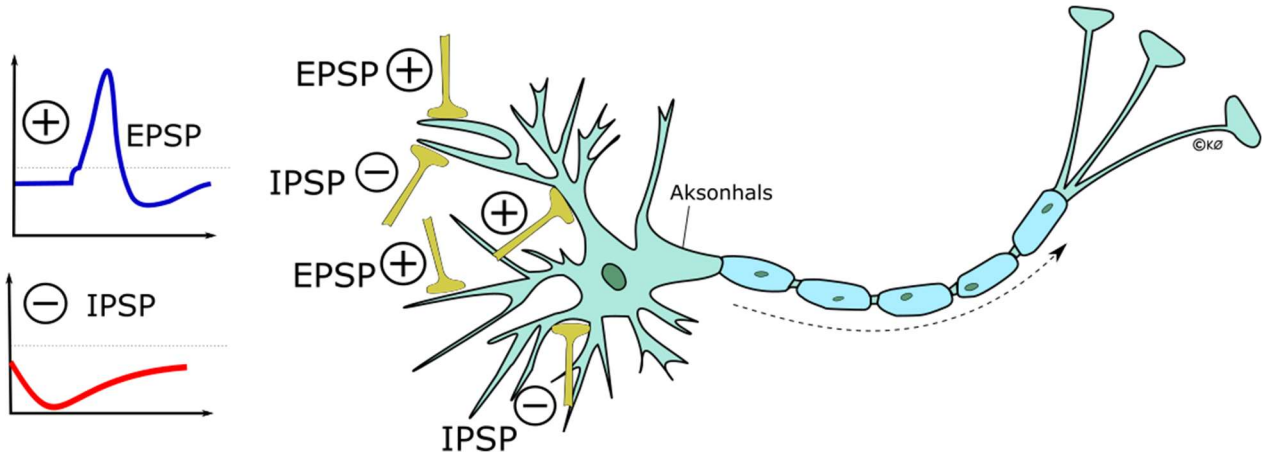


- Elektrisk signal løber over membranen fra andre neuroner eller fra en sansenerve
- Spændingsfølsom ionkanal som åbner for calciumioner, når det elektriske signal når den. Kanalen er specifik og ionerne diffunderer ind i præsynapsen.
- Calciumionerne giver signal til vesiklerne om at smelte sammen og udtømmes i synapsespalten ved exocytose. (exo = ud/cyto=celle)
- I synapsespalten binder det fremmende neurotransmitterstof glutamat sig til en specifik receptor på den postsynaptiske membran. Det aktiverer ionkanalen som åbnes , og natriumioner strømmer ind i postsynapsen.
- Natriumioner er positivt ladet, og det ændrer ladningen i postsynapsen fra negativ til mere positiv - membranen depolariseres. Det kan udløse aktionspotentialet (PSP) og når PSP er exicterende kaldes det EPSP. Nervesignalet strømmer hen over overfladen af neuronet mod aksonshalsen. Her skal det afgøres om signalet sendes videre.
- Neurotransmitterstofferne bliver ved at virke, så længe de befinder sig i synapsespalten. De kan forsvinde på tre måder. blive transporteret tilbage i præsynapsen, diffundere væk eller nedbrydes af enzymer.
- Nu er det kloridioner som strømmer ind når GABA aktiverer receptoren på ionkanalen.
- Når kloridioner diffunderer ind i postsynapsen bliver den mere negativt , og cellen hyperpolariseres. PSP bliver inhiberende (hæmmende) og kaldes IPSP. Det bringer ladningen længere væk fra tærskelværdien, og hindrer afsendelse af et nyt nervesignal.

En neuron kan modtage mange fremmende (EPSP) og hæmmende (IPSP). Det er summen af signalerne der afgør om signalet sendes videre fra neuronet.

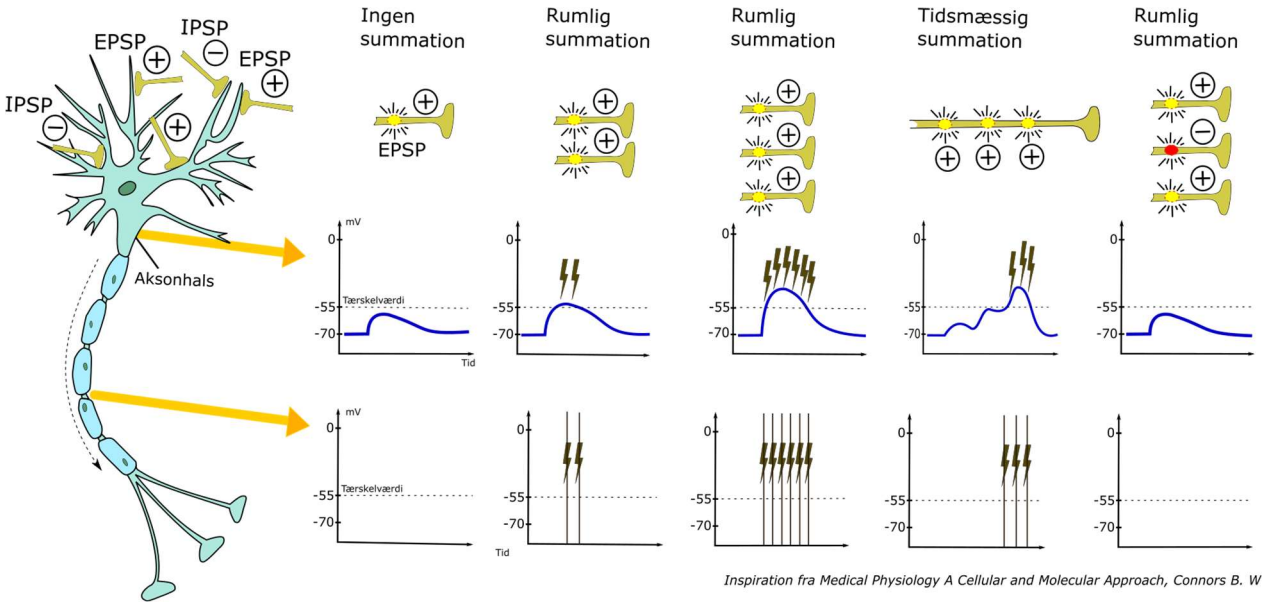
Mange bække små

Der skal mere end ét exiterende signal til før aktionspotentialet udløses i. Summen af exiterende EPSP og hæmmende IPSP afgør om neuronen fyrer et nyt signal afsted.



- Fremmende synapse EPSP, som sender et nervesignal videre mod aksonhalsen.
- Hæmmende synapse IPSP. Neuronen gøres mere negativ og hyperpolariseres. Det vil medvirke til en hæmning af et nyt signal i aksonshalsen.
- Aksonhalsen opsamler signalerne fra dendritterne og afgør om det skal udløse

Et eksiterende signal er ikke nok til at sende et signal videre, men to eller flere er. Kommer de hurtigt efter hinanden udløser det en depolarisering – det kaldes tidsmæssig summation. Kommer der to eller flere samtidig udløser det også et signal – det hedder rumlig summation. Uanset om det er tidsmæssig eller rumlig summation, så svækkes signalet af hæmmende IPSP'ere.

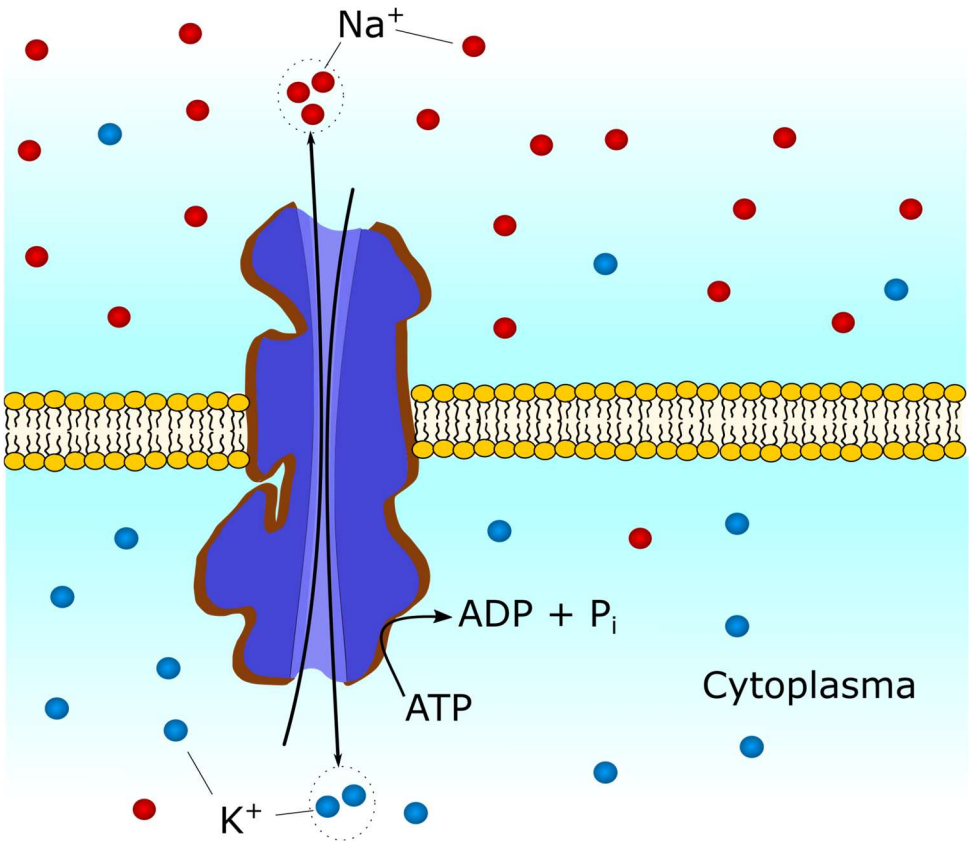


Inspiration fra Medical Physiology A Cellular and Molecular Approach, Connors B. W

- Det inhiberende signal dæmper de exiterende signaler, så der sker ikke en afsendelse af et signal.
- Det exiterende signal fra dendritten er ikke kraftigt nok til at hæve spændingen i neuronen til tærskelværdien, så der udlæses ikke et aktionspotentiale.
- Rummelig summation betyder at signalerne ankommer til aktionshalsen samtidig, og det forstærker effekten.
- En måling på aksonen viser at der er klare skarpe elektriske signaler. Som en pistol. Du kan trykke forsigtigt på aftrækkeren, men når skuddet er affyret, så er der kun et tydeligt signal uden PSP'er.
- Den tidsmæssige summation gør at hvert signal forstærker hinanden. Men signalerne skal komme hurtigt efter hinanden for at udløse et signal, for ellers falder ladningen igen væk fra tærskelværdien.
- To exiterede signaler er nok til at bringe signalet over tærskelværdien. I dette eksempel er det nok til at sende to signaler afsted.

Natrium-kaliumpumpen

Når aktionspotentialet er udløst og K+ og Na+ er strømmet over membranen, så falder koncentrationsforskellen, og der vil ikke længere kunne ske depolariseringer. Den situation opstår aldrig fordi Natrium-kaliumpumpen sidder i membranen, og den pumper konstant 3 Na+ ud af neuronen og 2 K+ ind igen.

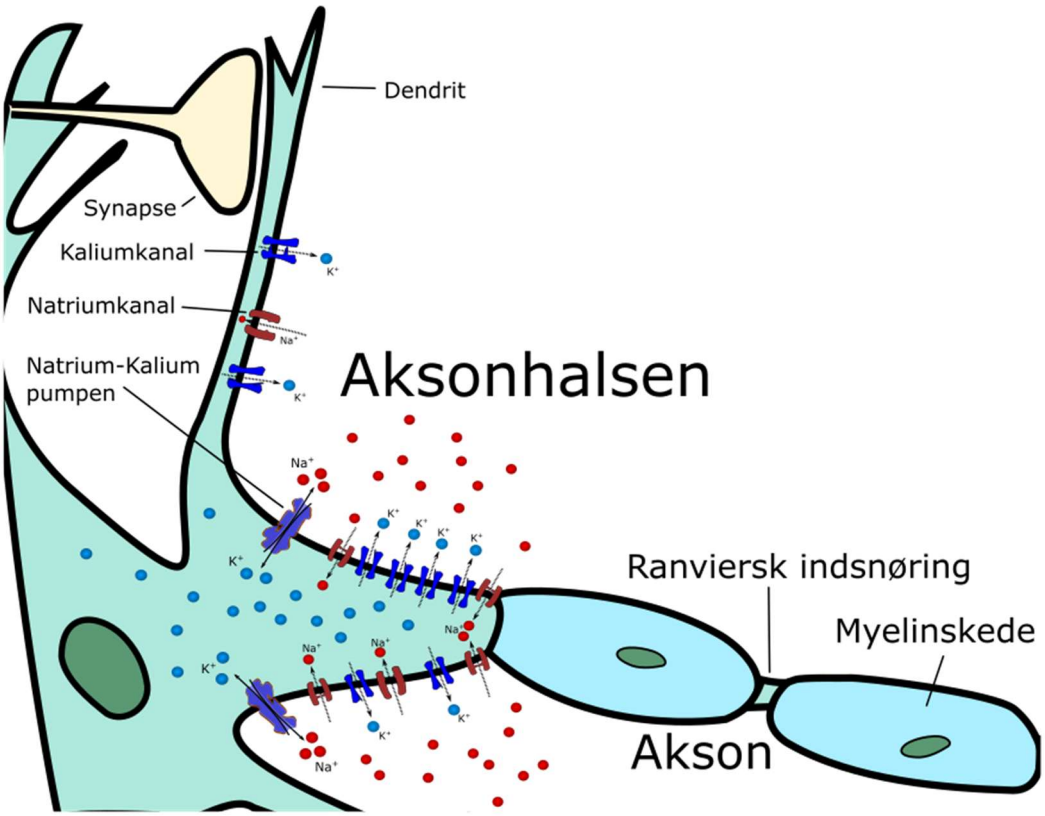


- Der pumpes fra lav til høj koncentration, så derfor er transporten aktiv og kræver ATP.
- Der pumpes altid 3 natriumioner ud for hver gang der pumpes 2 kaliumioner ind i neuronen.

Aksonshalsen

Aktionspotentialet vandrer fra synapsen og møder aksonhalsen. Hvis det trigger tærskelværdien, åbner de spændingsstyrede natriumkanaler som lader Na+ strømme ind i neuronet – det stopper efter 0,5 msek. Nu har Na+ gjort miljøet positivt, og det åbner for kaliumkanalerne, som lader K+ strømme ud.

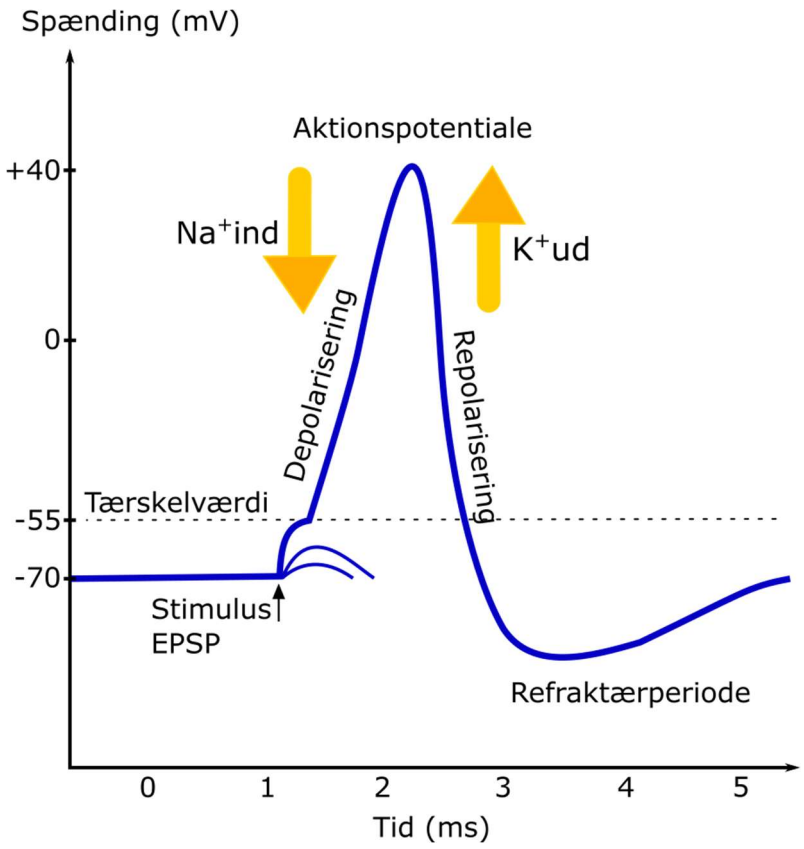
For at der kan ske en diffusion skal der være en koncentrationsforskel, og det sørger natrium/kalium pumpen for ved konstant at pumpe Na+ og K+ den modsatte vej.



- Depolariseringen i synapsen sætter det hele i gang. Se tidligere.
- De spændingsstyrede natriumkanaler registrerer spændingsforskellen og åbner op for Na+ ionerne som strømmer ind ved diffusion. Efter 0,5 msek lukker de igen.
- Natrium-kalium pumperne sørger konstant for at pumpe 3 Na+ ud og 2 K+ ind i neuronen for at opretholde en koncentrationsforskel.
- Kaliumkanalerne bliver aktiveres efter natriumkanalerne. De er spændingsstyrede og aktiveres af den positive ladning i neuronen. De lader K+ diffundere ud.
- De Ranvierske indsnøringer er mellemrummet mellem myelinskederne. De har et stort antal natriumkanaler (ikke vist), og nervesignalet hopper fra indsnøring til indsnøring, hvilket øger hastigheden af nervesignalet.
- Myelinskeder består af fedt og beklæder aksonen

Udløsning af aktionspotentialet

I aksonhalsen er der spændingsstyrede ionkanaler. De reagerer på spændingsforskelle, og kan åbne og lukke for kalium K+ og natrium Na+ kanaler. Når de modtager et signal fra dendritterne, så reagerer natriumkanalerne ved at lukke Na+ ind i neuronet, men kun hvis den når tærskelværdien. Når ladningen stiger, så aktiverer det K+ kanalerne, der lukker K+ ud af cellen, og da K+ er positivt, så bliver neuronets indre igen negativt.



- Hvis signalet er for svagt, så spændingen ikke når tærskelværdien, så sker der ikke en depolarisering, og der sendes ikke et signal videre ud af aksonet.
- Refraktærperioden (relative refraktærperiode). Det kræver et kraftigere positiv påvirkning, før der kan sendes et nyt signal. Det skyldes at der er ekstra negativt pga. efterhyperpolariseringen fordi membranpotentialet endnu ikke er vendt tilbage til hvilemembranpotentialet.

Kilde: www.detergodtatvide.dk/nervecellen/