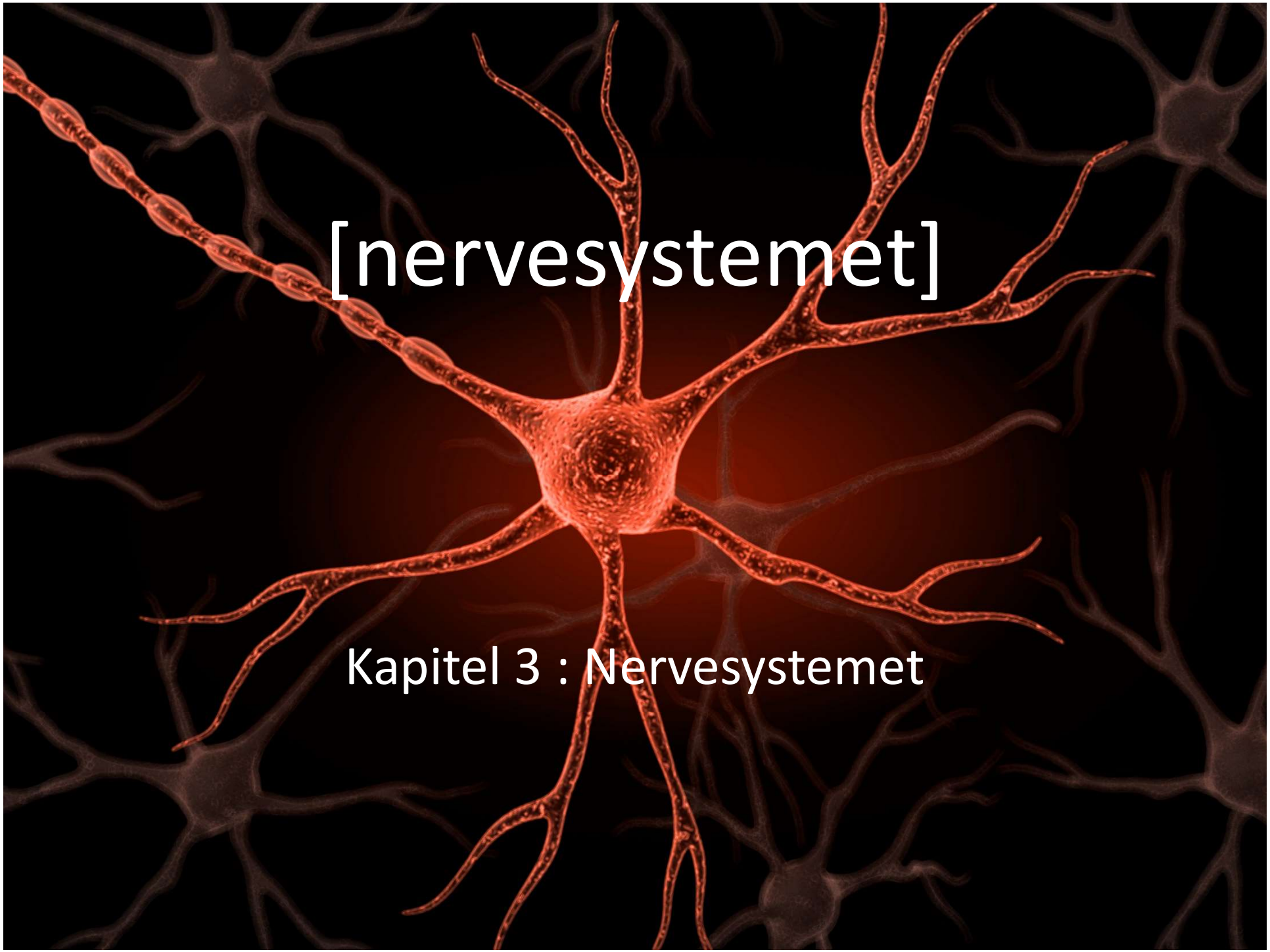


[nervesystemet]

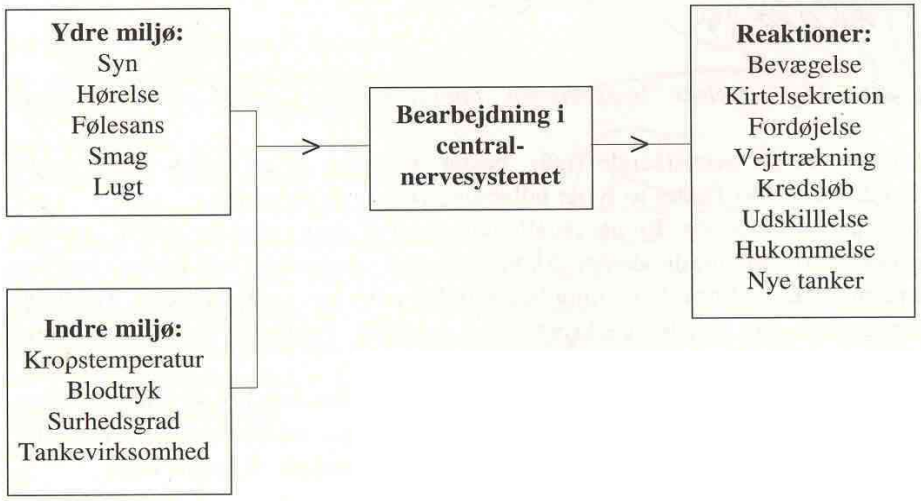
Kapitel 3 : Nervesystemet

[nervesystemet]

[definition]

Nervesystemets funktion er at formidle og samordne informationer fra det indre og ydre miljø, således at kroppen holdes i perfekt balance

(homeostase)



[nervecellen - neuronet]

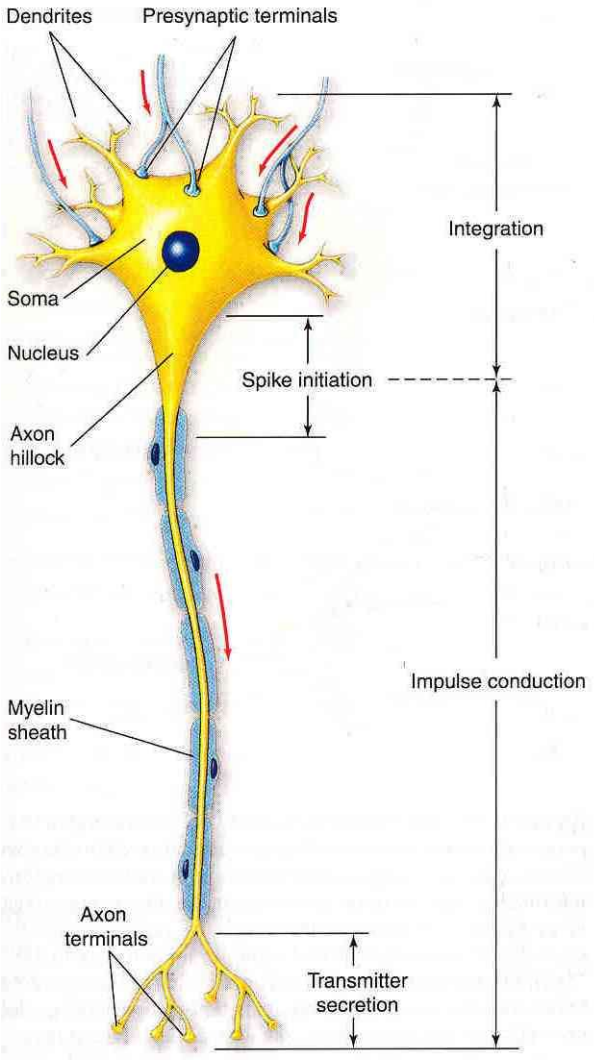
Neuronets egenskaber:

- Specialiserede i irritabilitet og ledningsevne
- Kan ikke dele sig – har ingen centrioler
- Ødelagte udløbere i perifere nerve kan gendannes
- Forbrænder glukose

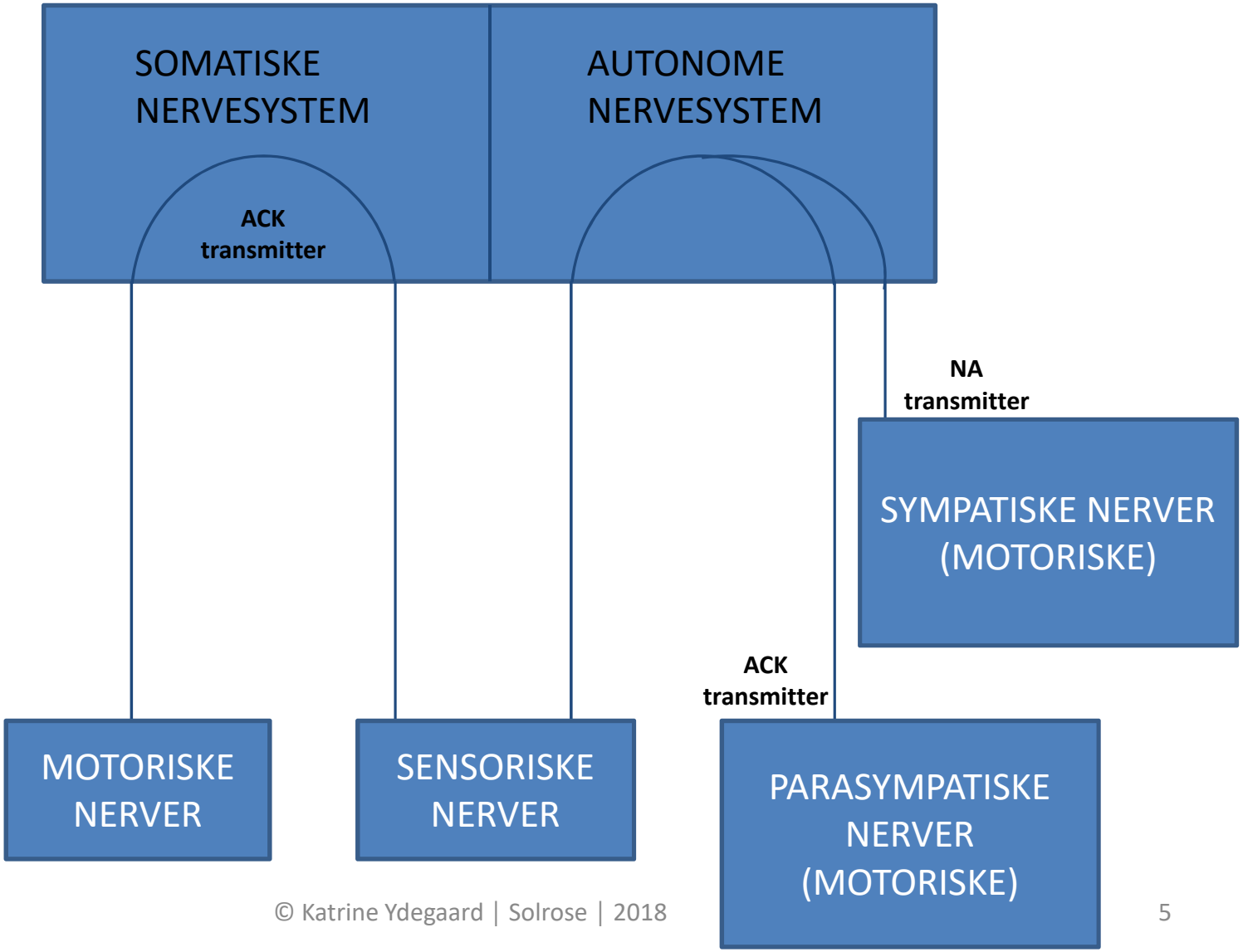
[nervecellen - neuronet]

Neuronet består af:

- Dendritter
- Krop
- Axon
- Axonets forgreninger



[nervesystemets inddeling]

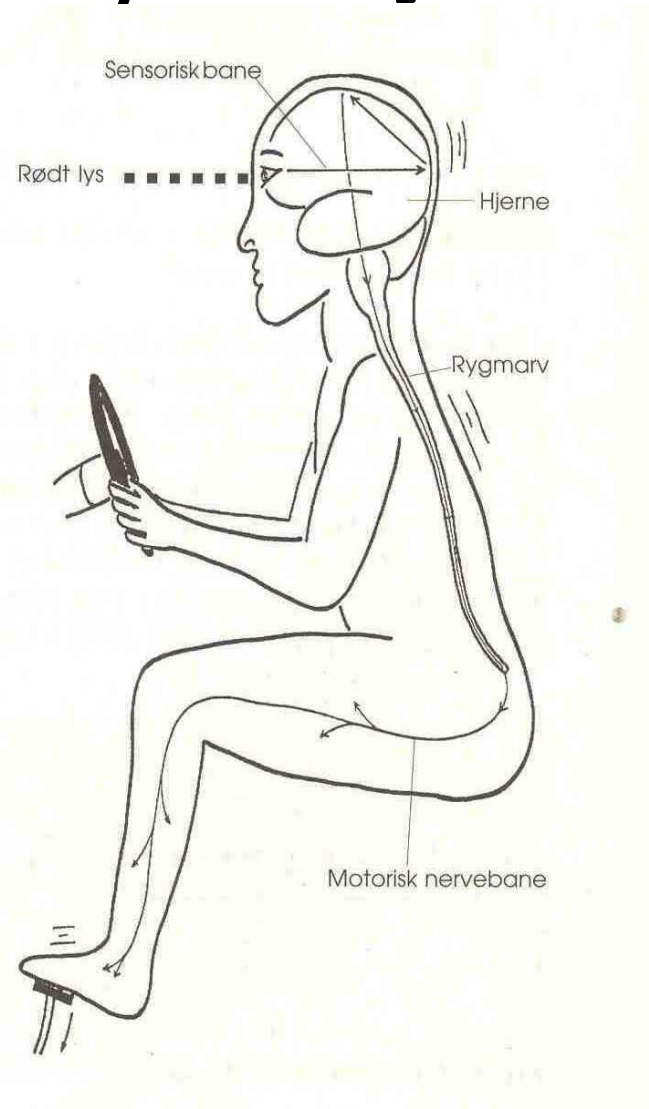


[det somatiske nervesystem]

Det bevidste nervesystem

Består af:

- Sensoriske system
- Motoriske system



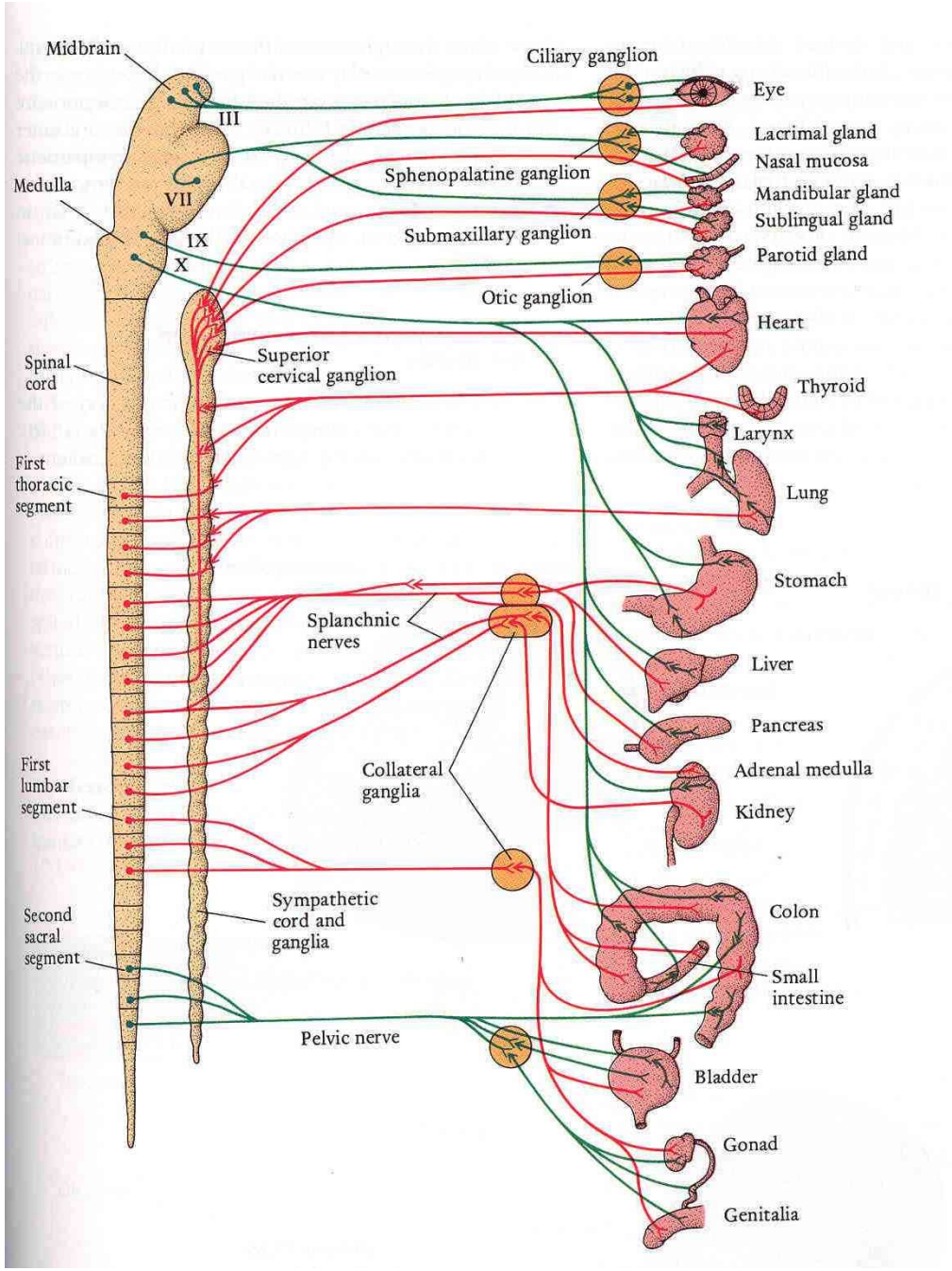
[det autonome nervesystem]

Det ubevidste nervesystem

Består af:

Sympatikus

Parasympatikus



[CNS og PNS]

En yderligere inddeling af nervesystemet, er efter beliggenhed:

Centralnervesystemet (CNS) ligger centralt (hjerne og rygmarv – pakket ind i knogler)

Det perifere nervesystem (PNS) ligger perifert (uden for rygmarven)

[CNS og PNS]

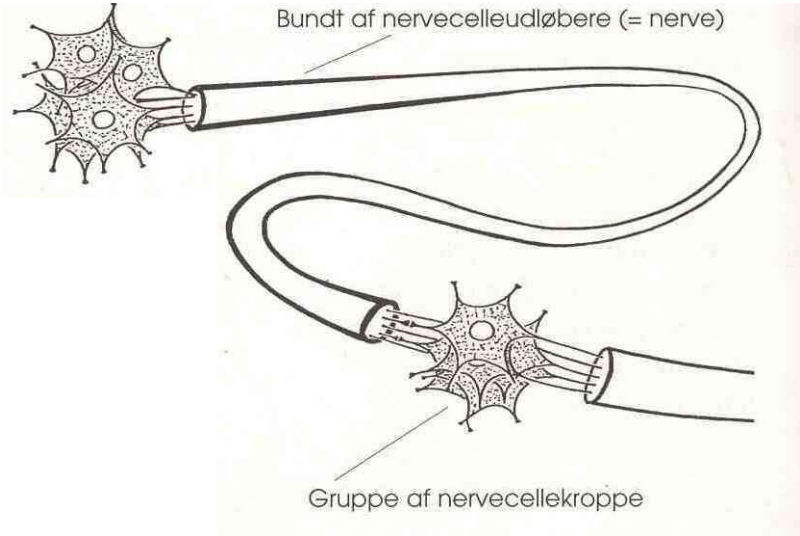
CNS	Encephalon (hjernen)
	Medulla spinalis (rygmarven)
	Nervebundter kaldes ledningsbaner
PNS	12 par hjernenerver
	31 par spinalnerver
	Nervebundter kaldes nervebaner

[nervevæv]

Neuronerne ligger i forlængelse af hinanden, men de ligger også i bundter – et bundt neuroner = en nerve

Nervecellekroppene findes også i bundter. De grupperes efter funktion. I CNS som nervecentre fx respirationscenter.

I PNS kaldes en samling nervecellekroppe for et ganglion.



[nervernes fysiologi]

Karakteristika af nervesystemet:

- Irritabilitet dvs. følsomhed
- Videregiver information vha. nerveimpuls
- Nerveimpulsen er en elektrisk strøm
- Axonerne er omgivet af myelinskeder i PNS – dannes af Schwannske celler
- I CNS beskyttes axonerne af oligodendrocytter, der hører til gliacellerne i CNS – også kaldet neuroglia

[nervernes fysiologi]

Glia: Celler i nervesystemet, der støtter neuronerne. Der er fire typer af gliaceller, hvoraf den ene er oligodendrocytter. Glia cellernes funktion er blandt andet at sørge for næringsstoffer til neuronerne samt at kontrollerer den biokemiske komposition af væsken omkring neuronerne.

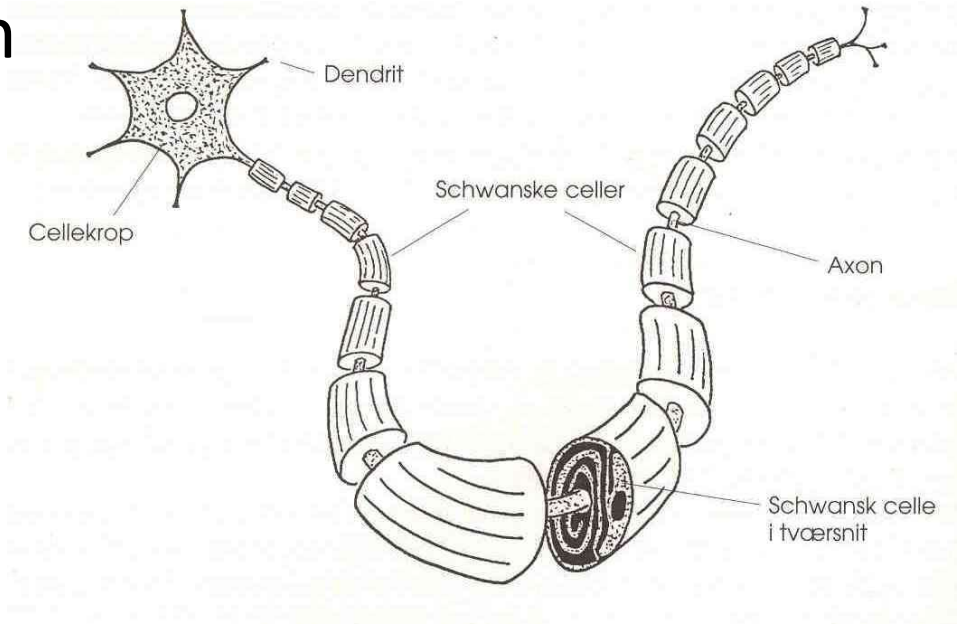
Oligodendrocytter: Danner en beskyttende myelinskede omkring neuronerne i CNS, og forhindrer derved at nerveimpulsen overføres til nærliggende neuroner.

Nerve : et bundt neuroner

[nerveimpulsen]

Nerveimpulsen i kaldes også for en saltatorisk impuls – en springende impuls

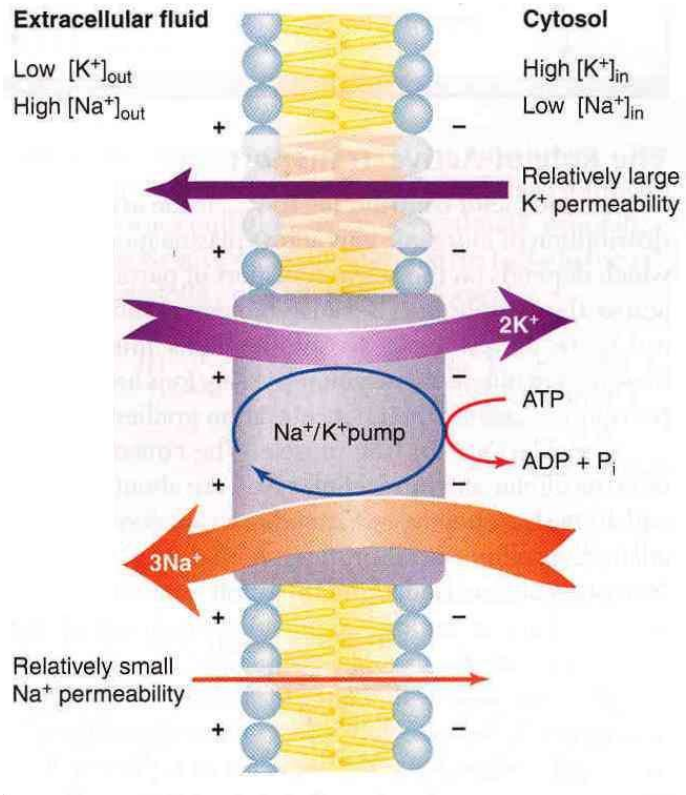
Impulsen springer mellem myelinskedernes Ranvierske indsnøringer, hvilket øger hastigheden af impulsen



[nerveimpulsen]

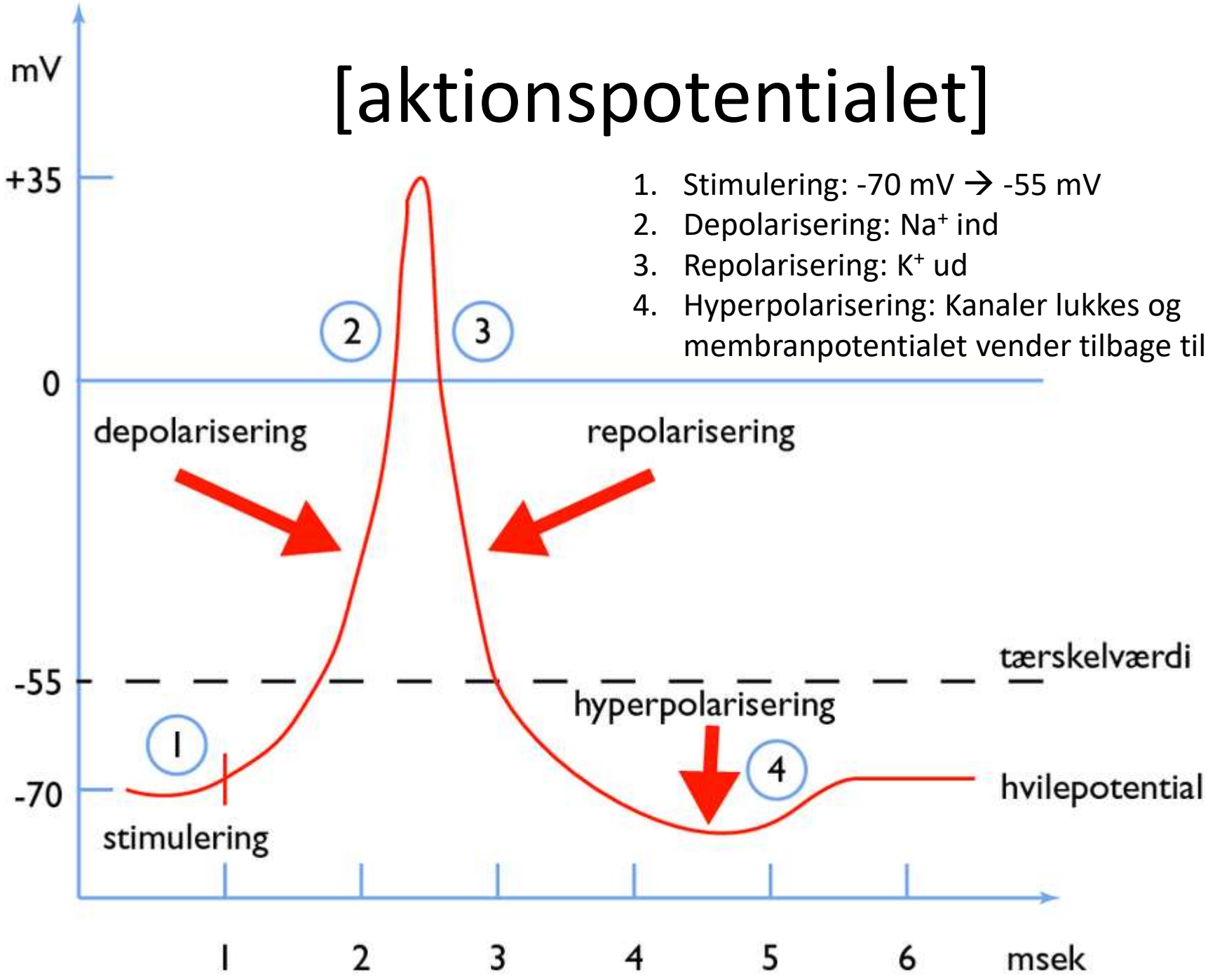
Den elektriske spænding som udgør impulsen skabes af en spændingsforskel over membranen

Natrium-kaliumpumpen



[aktionspotentialet]

1. Stimulering: -70 mV → -55 mV
2. Depolarisering: Na^+ ind
3. Repolarisering: K^+ ud
4. Hyperpolarisering: Kanaler lukkes og membranpotentialet vender tilbage til -70 mV



[nerveimpulsen]

Membranpotentiale i hvilende nervecelle er 90 mV

Initiering af nerveimpuls medfører ændret membranpotentiale

Ændringen i membranpotentiale smitter – derved er nerveimpulsen skabt

Informationen videregives i synapserne ved hjælp af neurotransmitterstoffer

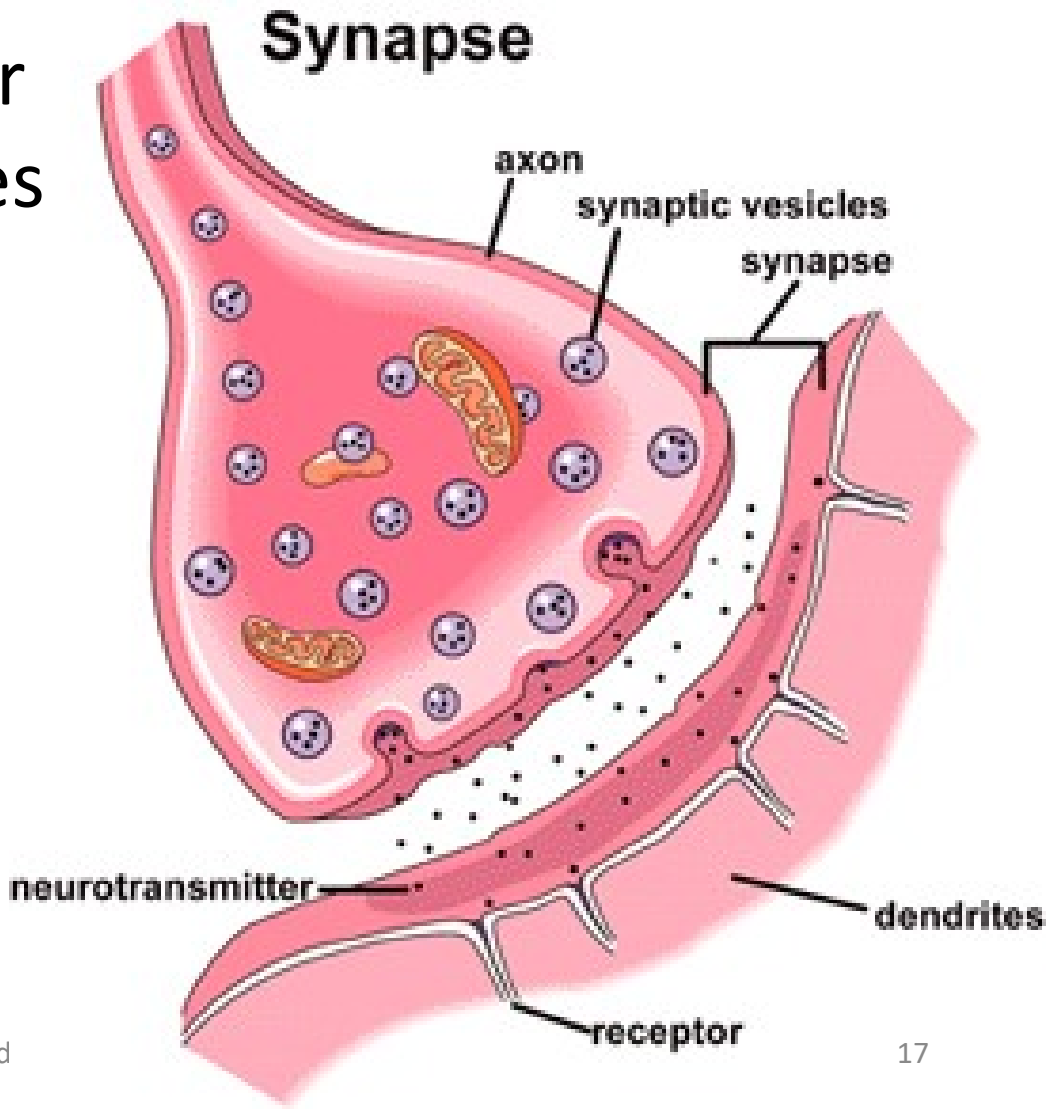
Impulsen springer altså afsted langs membranen

[synapsen]

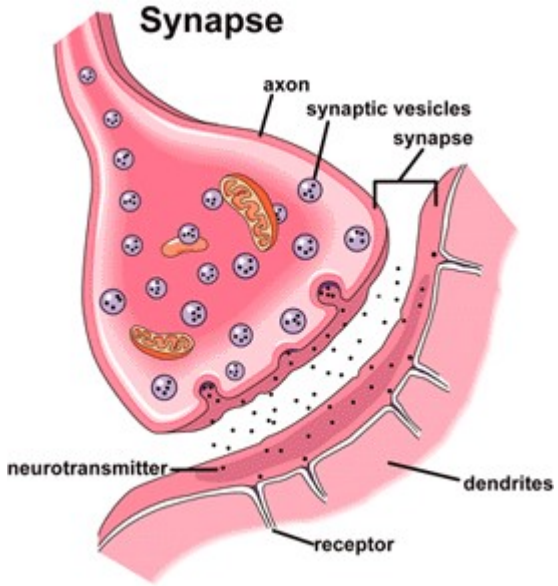
En synapse er der hvor to nerveceller mødes

To typer synapser:

- Elektriske synapser
- Elektrokemiske synapser



[synapsen]



- Elektriske synapser
  - Sjælden
  - Direkte transmission
- Elektrokemiske synapser
  - Intercellulærrummet kaldes den synaptiske kløft
  - Vesikler indeholder neurotransmitterstoffer
  - Videregivelse af signal via neurotransmitter (ACK, NA)

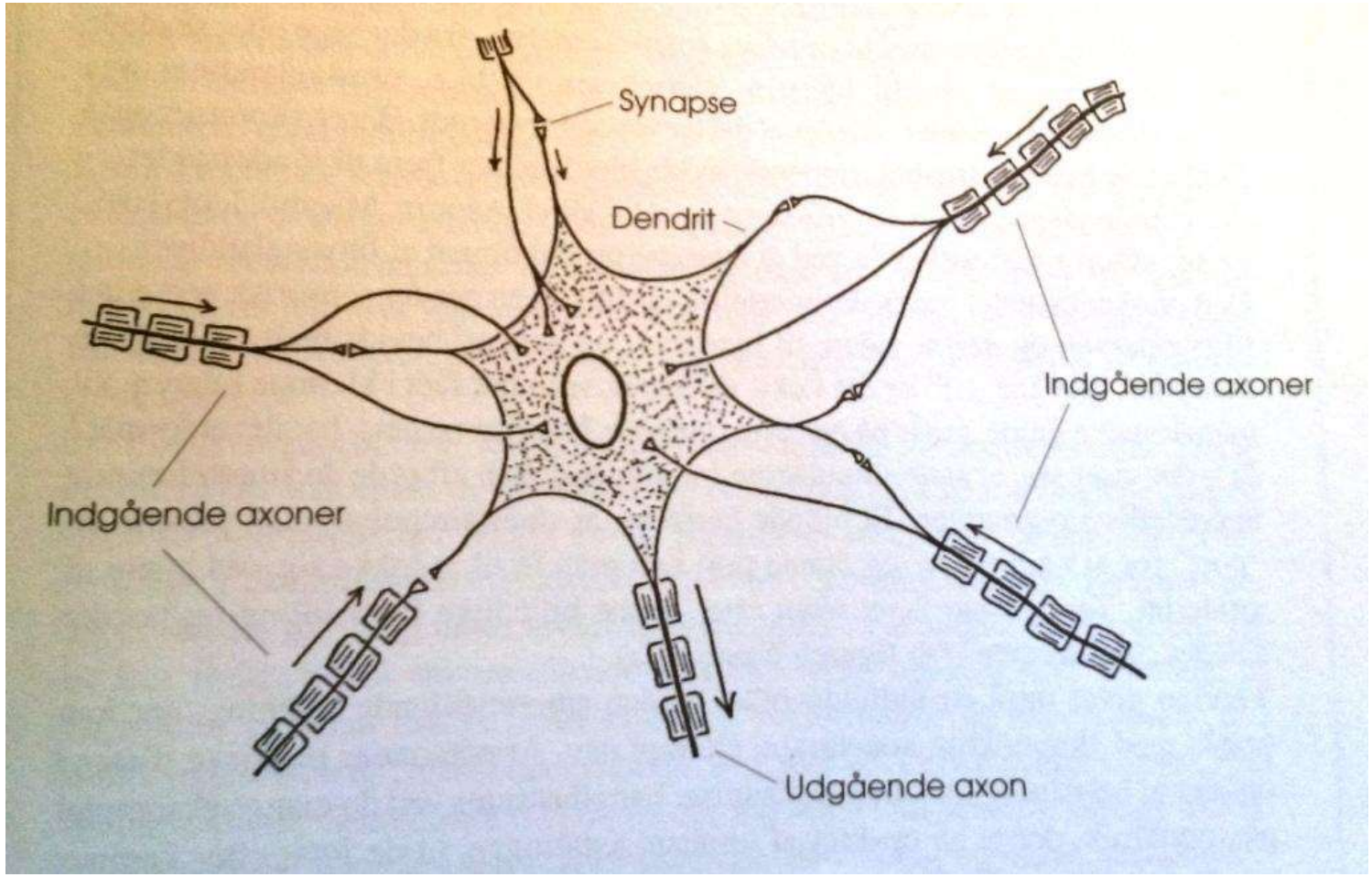
[excitatorisk impuls]

- Nerveimpulsen åbner Ca^{2+}-kanaler i axonets ende og Ca^{2+}-ioner strømmer ind
- Vesikler tømmes i den synaptiske kløft
- Neurotransmittere kobles på receptorer på modtagecellen
- Neurotransmittere exciterer modtagecellen (initierer nerveimpuls)
- Excitation = øger modtagecellens tilbøjelighed til at videregive nerveimpuls

[inhibitorisk nerveimpuls]

- Inhibitorisk impuls = hæmmer modtagecellens tilbøjelighed til at videregive nerveimpuls
- En synapse er enten excitatorisk eller inhibitorisk
- En enkelt nervecelle er via dendritterne forbundet til mange nerveceller, og via axonets forgreninger forbundet til mange andre nerveceller
- Mængden af hhv. excitatoriske og inhibitoriske synapser afgør om signalet videreformidles

[nervecellens forbindelser]



[smerter]

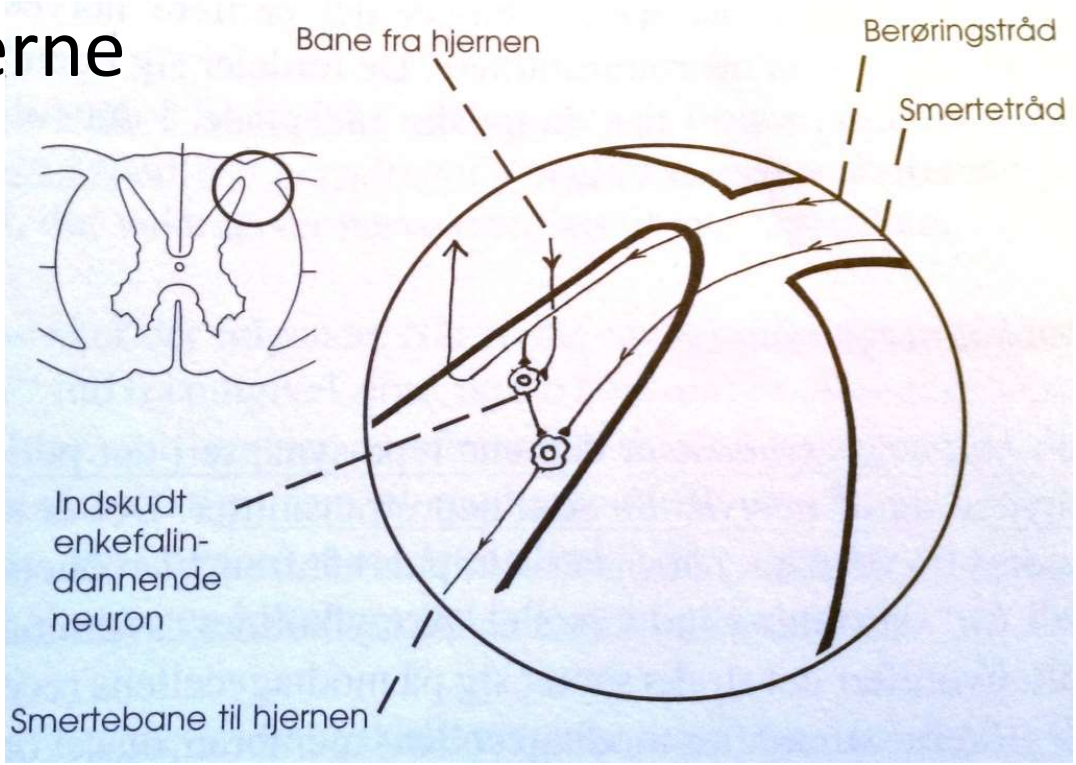
Høj/lav smertetærskel afgøres delvist af det limbiske system (farver sanseindtryk)

Smertesignal:

- Produktion af stærke kemiske stoffer (substans P, prostaglandiner, bradykinin)
- Gør nervespidserne sensitive
- Sensorisk input via PNS til CNS og dermed bevidstheden

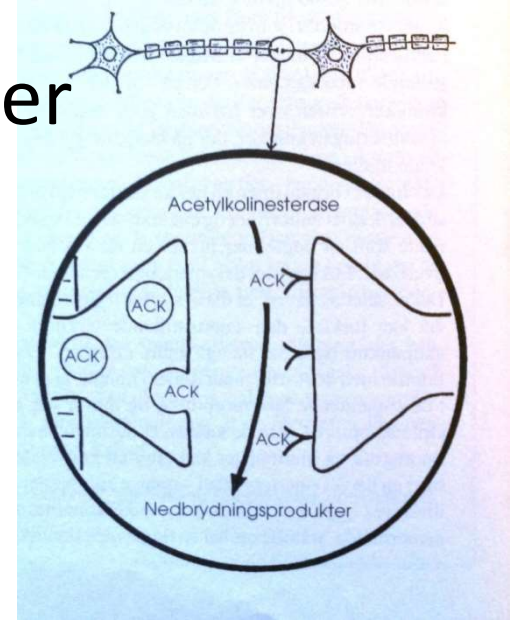
[portteorien]

- Enkefaliner/endorfiner ligner morfin
- Virker smerteblokerende ved at optage pladsen i receptorerne
- Psyke



[den kolinerge synapse]

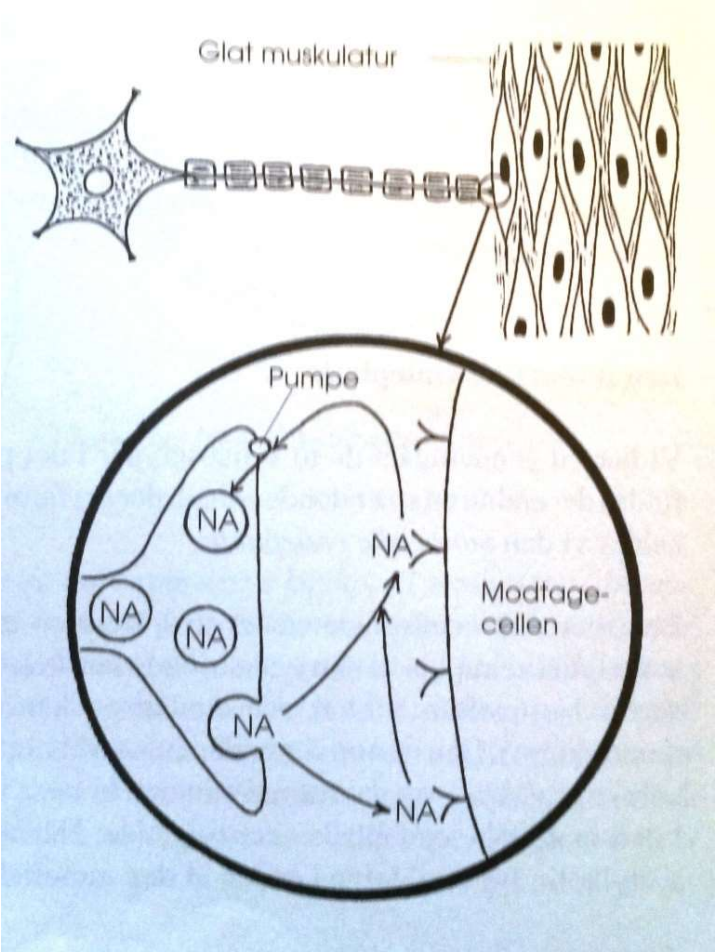
- Acetylkolin (ACK) er neurotransmitter
- Frigøres fordi Ca^{2+} strømmer ind i cellen
- Efter excitation af modtagecellen frigives ACK til den synaptiske kløft, hvor acetylkolinesterase nedbryder det
- Affald fjernes med blodet og ny ACK dannes i nervecellen



[den adrenerge synapse]

- Noradrenalin (NA) er neurotransmitter
- Frigøres fordi Ca^{2+} strømmer ind i cellen
- Modtagecellen er IKKE en anden nervecelle, men en glat muskelcelle, en hjertemuskelcelle eller en kirtelcelle
- Når signalet er videregivet genoptages NA i axonets ende og genbruges
- En smule nedbrydes dog af enzymerne MAO og COMT

[den adrenerge synapse]



[synapser i PNS]

<u>Adrenerg synapse</u>

Findes der hvor det sympatiske nervesystem ender på glat muskulatur, hjertemuskulatur eller en kirtel

<u>Kolinerg synapse</u>

Alle andre steder

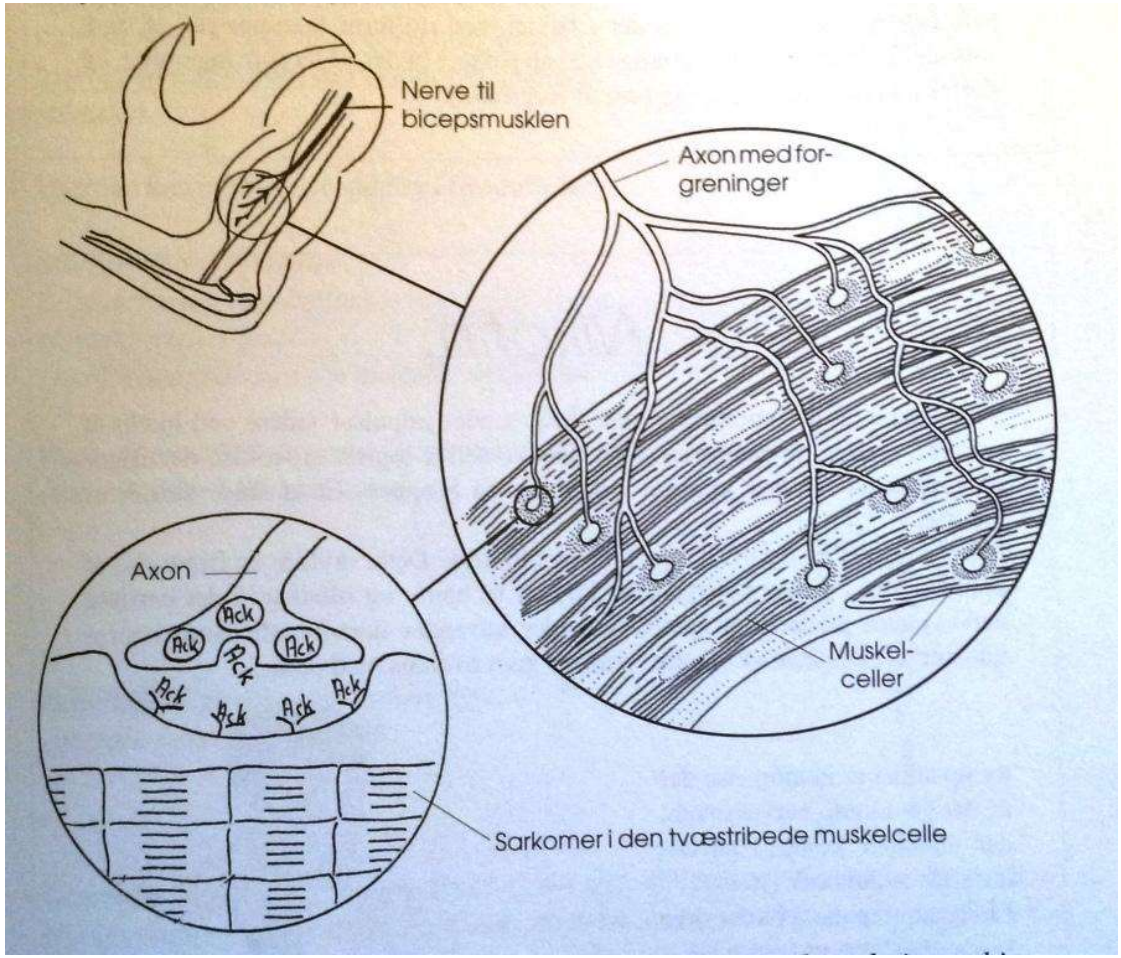
<u>Motorisk endeplade</u>

Fra nerve til tværstribet muskelcelle

[den motoriske endeplade]

- Er i familie med synapserne
- Afleverer signal fra axones endeforgrening til den tværstribede muskelcelle
- Er betingelsen for at en kontraktion i muskulaturen kan forekomme
- Virker som en kolinerg synapse

[den motoriske endeplade]



[insektgifte]

Nogle insektgifte ødelægger acetylkolinesterase

→ Krampe

→ Ses hos landmænd/gartnere

→ Insektgifte er fedtopløselige og passerer let cellemembranen

[nikotin]

Stoffer med virkning på neurotransmittere har kraftig virkning på kroppen

Nikotin → puls og BT stiger pga frigørelse af NA i adrenerge synapser knyttet til hjerte og blodkar

Sympatikus i PNS anvender NA som transmitter → nikotin indstiller kroppen på stress uden årsag

[dopamin]

- Catecholamin der fungere som neurotransmitter i CNS
- Betydning for fysiske og psykiske funktioner som indlæring, styring af bevægelser, stemningsleje, tankevirksomhed og hukommelse, opmærksomhed, motivation, entusiasme, forelskelse
- Udløses under succesoplevelser i krig og kærlighed, ved et veldækket bord, sex, indtagelse af narkotika og når vi vinder i spil

[dopamin]

- Hjernen opsøger situationer hvor dopamin tidligere er blevet udløst
- Parkinson: nedsat mængde dopamin
- Ubalance har bl.a. betydning for udvikling af ADHD
- Kokain, amfetamin og speed er dopamin stimulerende
- Dannes ud fra tyrosin (ost, fisk, kød har højt indhold)

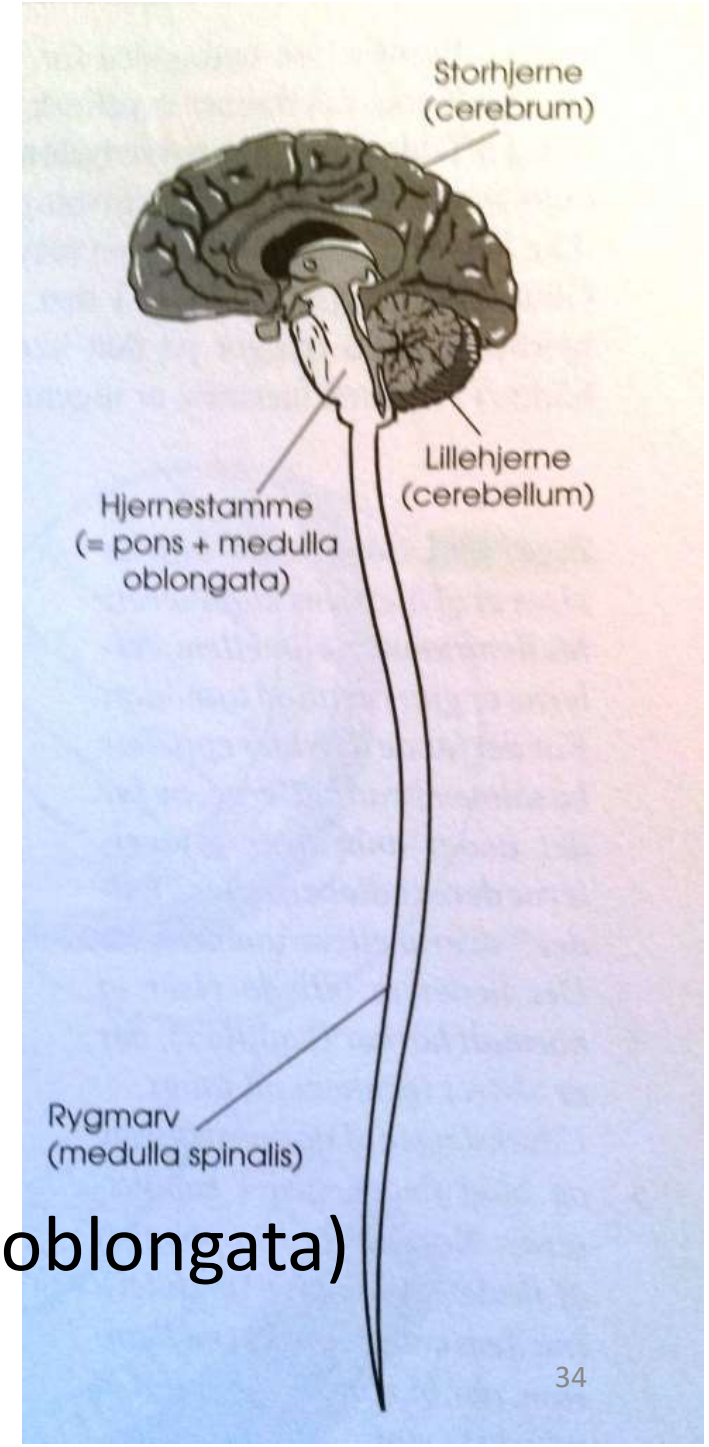
[centralnervesystemet]

<u>CNS inddeles i:</u>

Hjernen (encephalon)
Rygmarven (medulla spinalis)

<u>Encephalon inddeles i:</u>

Storhjernen (cerebrum)
Mellemhjernen (diencephlaon)
Lillehjernen (cerebellum)
Hjernebroen (pons)
Den forlængede marv (medulla oblongata)



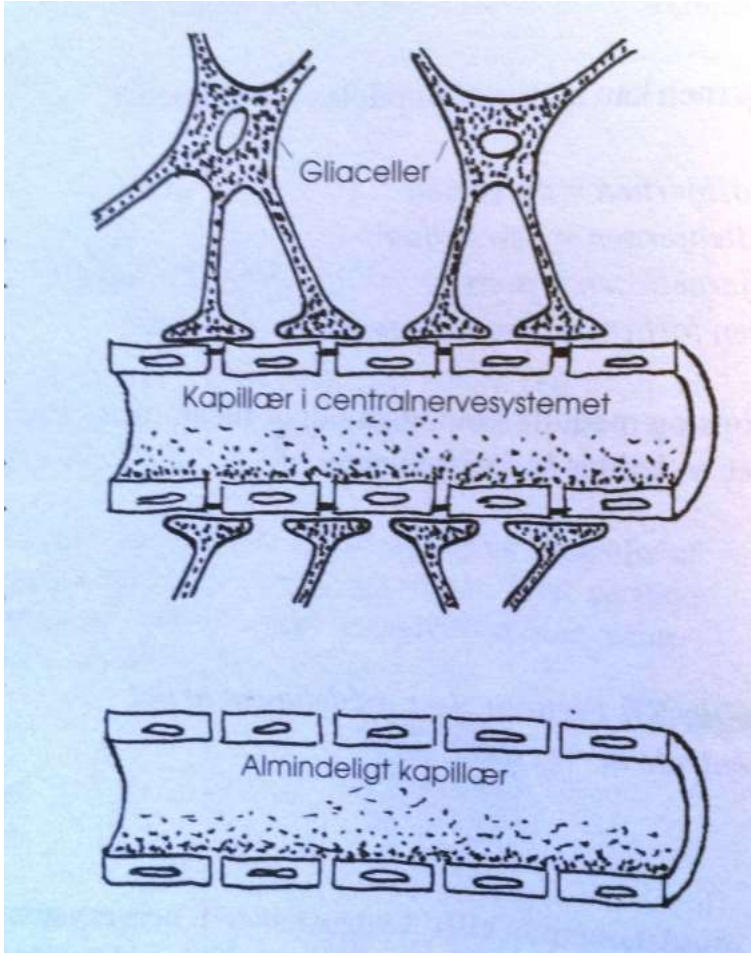
[centralnervesystemet]

- Opbygget af nerveceller
- Kan ikke fungere uden gliaceller
- Der er ti gange så mange støtteceller som nerveceller

<u>Gliacellernes funktion:</u>

Danner myelinskede, transport af næringsstoffer, transport af affaldsstoffer, evne til fagocytose, kan dele sig

[blod-hjerne-barrieren]

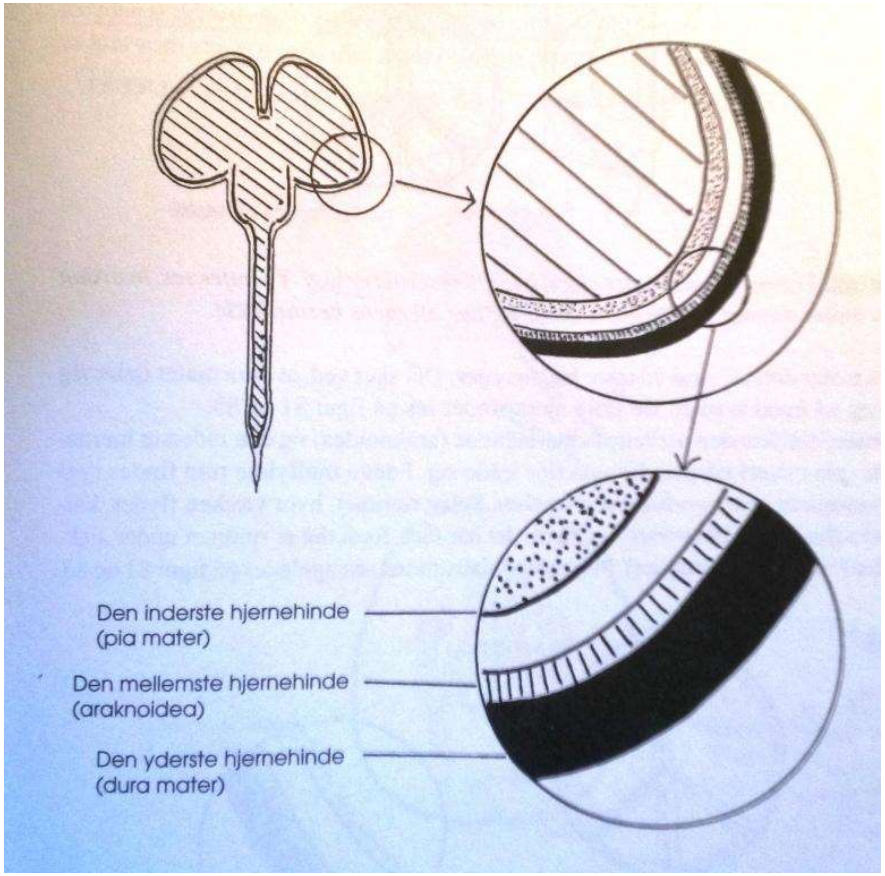


[neurogenese]

- Dannelse og modning af nye nerveceller i hippocampus fra stamceller
- Sker primært pre-natalt
- Voksen: usikker på funktionen, dog findes nogen evidens på sammenhæng med indlæring og hukommelse

[hjernehinderne]

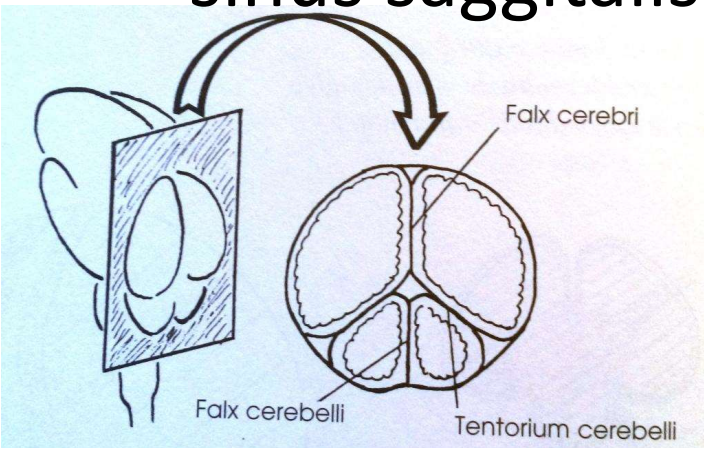
Tre hjernehinder (meninges):



[hjernehinderne]

Dura mater består af to lag:

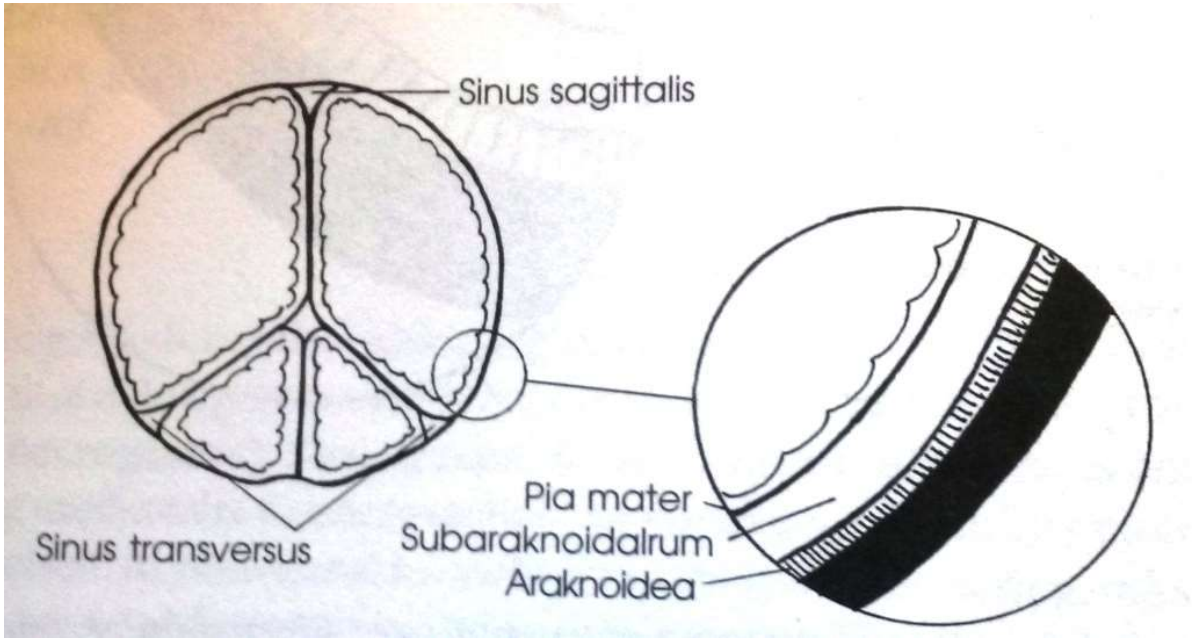
- Det yderste beklæder indersiden af kraniet
- Det inderste adskiller encephalons enkelte dele
- Dura mater danner også de store hjernevener sinus saggitalis og sinus transversus



[hjernehinderne]

Mellem araknoidea og pia mater findes subaraknoidalrummet, udspændt af fine tråde

Indeholder rygmarvsvæsken (cerebrospinalvæske)



[hjernens ventrikler]

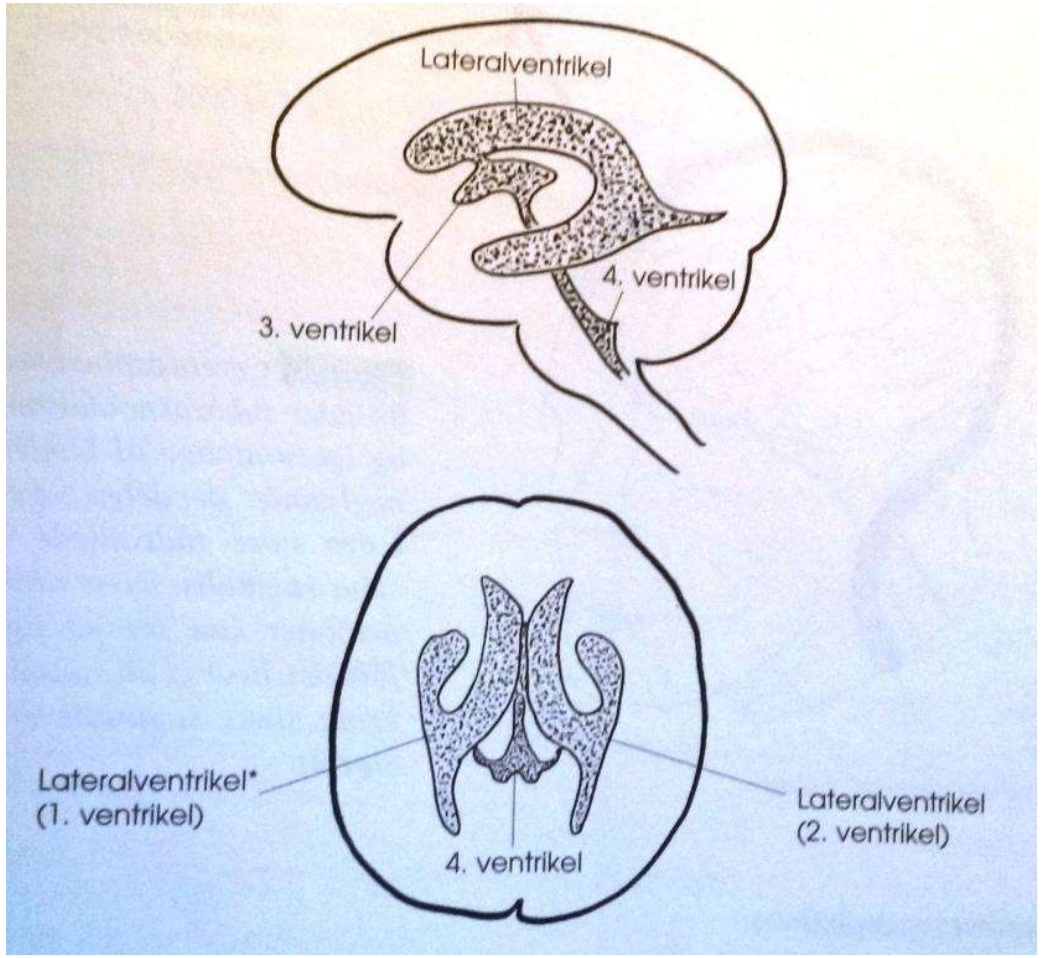
Hjernens ventrikler er fire hulrum der er i forbindelse med subaraknoidalrummet

0,3 L cerebrospinalvæske dannes i ventriklerne pr. døgn

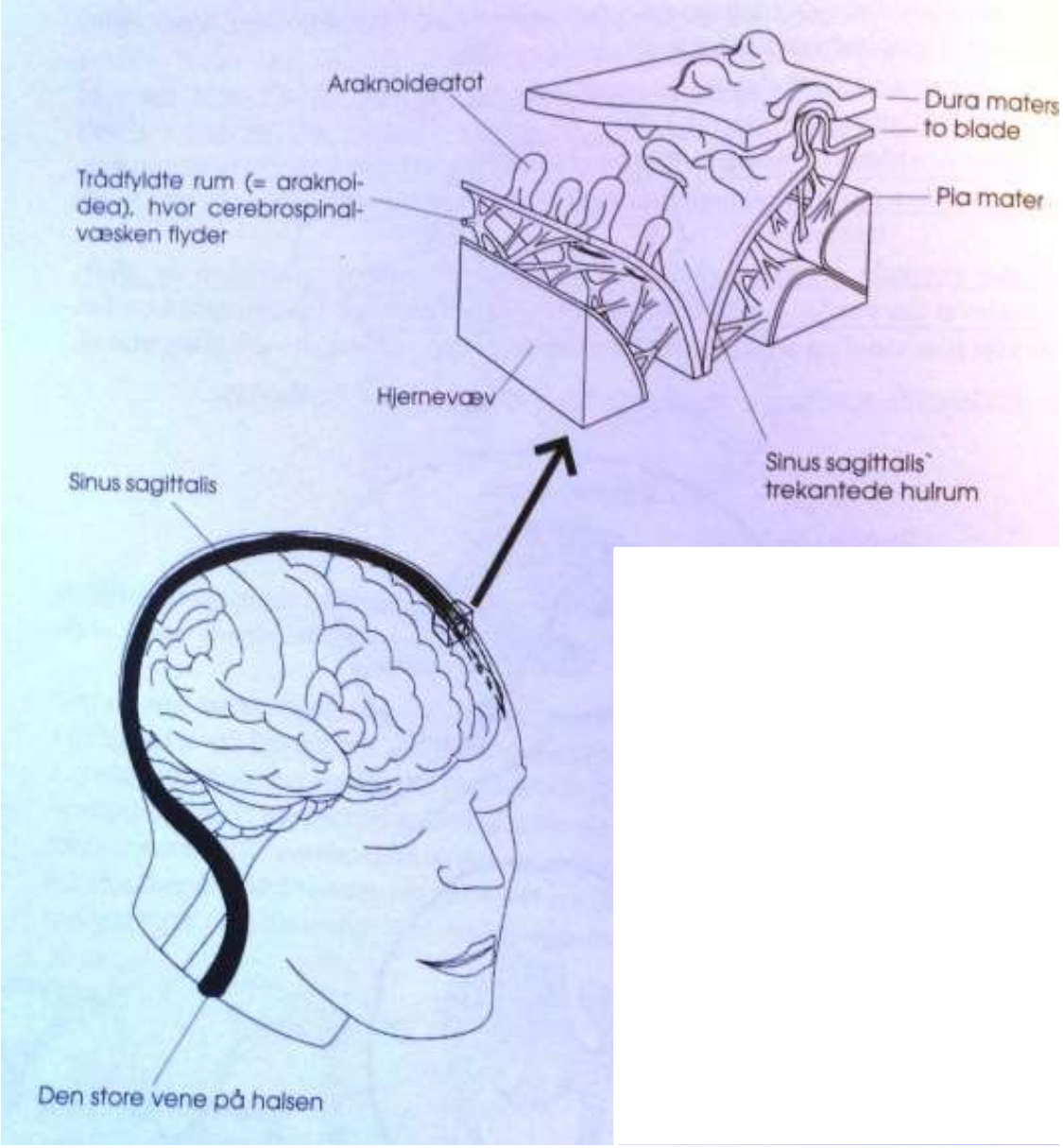
Cerebrospinalvæsken forlader ventrikelsystemet via en lille åbning i 4. ventrikel

Klart, proteinfattigt, fungerer som støddæmper

[hjernens ventrikler]

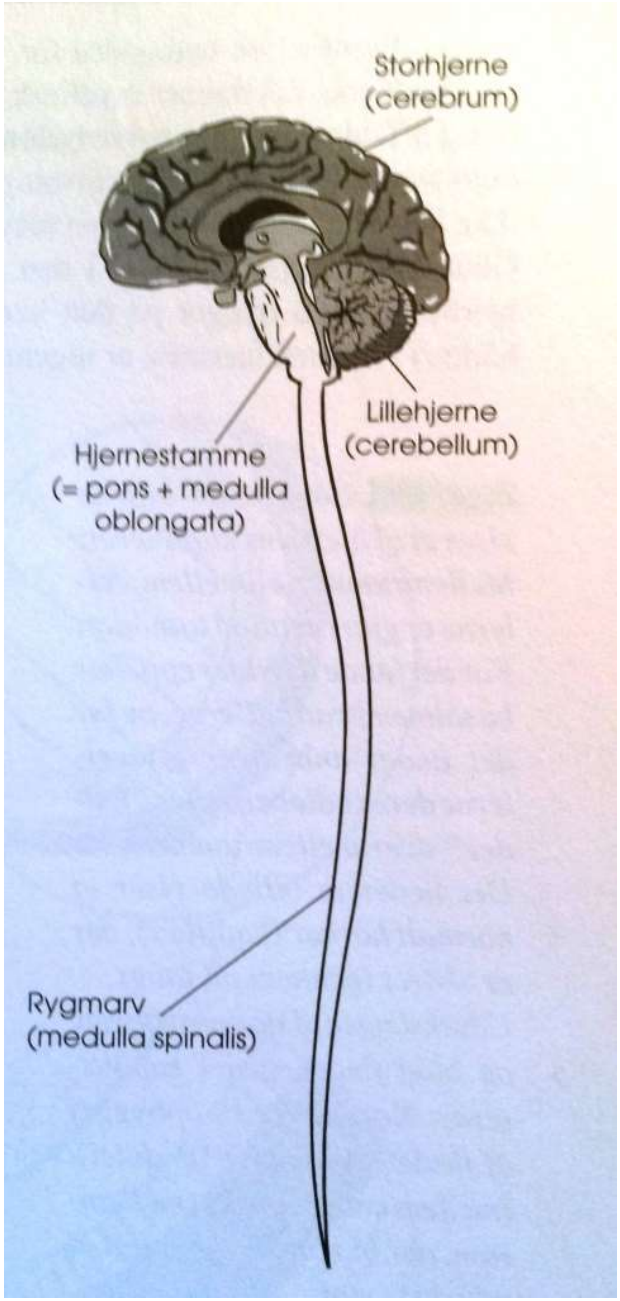


[araknoideatotter]



[encephalon]

- Cerebrum – storhjernen
- Diencephalon - mellemhjernen
- Cerebellum – lillehjernen
- Pons - hjernebroen
- Medulla oblogata – den forlængede marv



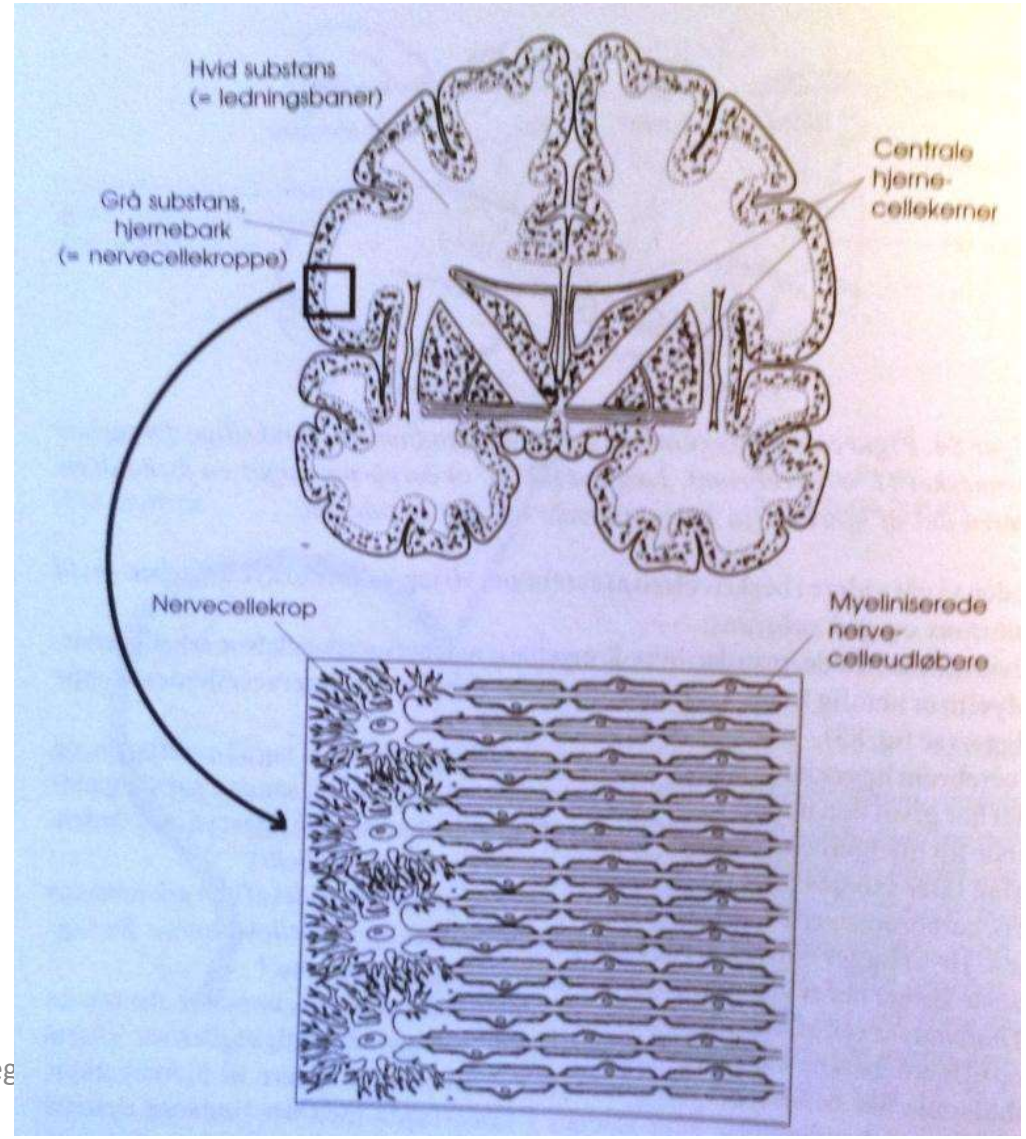
[grå og hvid substans]

<u>Hvid substans</u>

Myeliniserede axoner

<u>Grå substans</u>

Nervecellekroppe



© Katrine Ydeg

[grå og hvid substans]

<u>Cerebrum</u>

Grå substans på overfladen = hjernebarken (cortex cerebri) – styrer det somatiske system

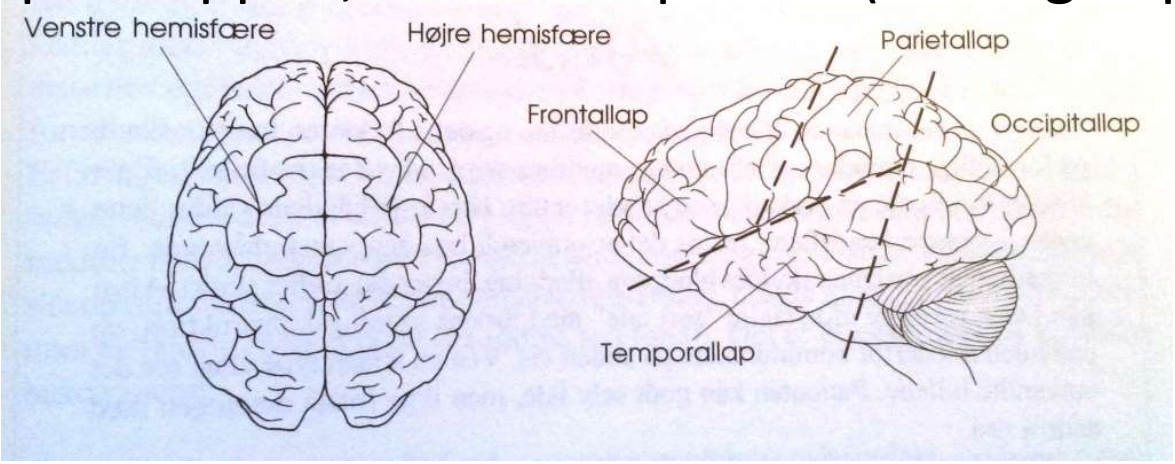
Ca. 10% grå substans ligger dybere = hjernecellekerner (thalamus, hypothalamus og basalganglierne) – styrer det autonome system

<u>Lillehjernen</u>

Grå substans på overfladen = lillehjernebarken (cortex cerebelli)

[cerebrums anatomi]

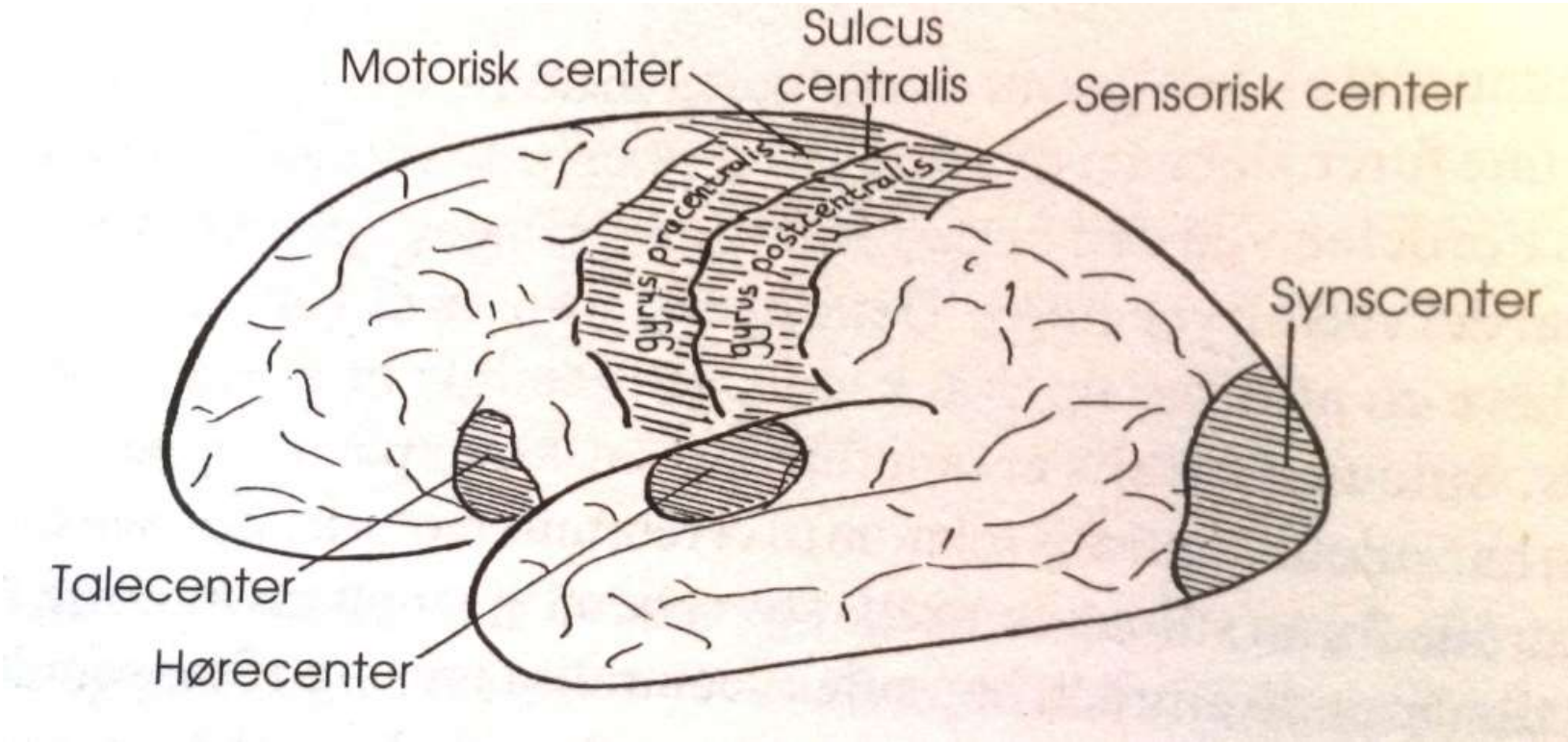
- Opdelt i hemisfærer (højre og venstre), der samarbejder via corpus callosum (hjernebjælken)
- Hemisfærer inddelt i lobi
  - Frontallappen, lobus frontalis (pandelappen)
  - Parietallappen, lobus parietalis (isselappen)
  - Occipitallappen, lobus occipitalis (nakkelappen)
  - Temporalappen, lobus temporalis (tindingelappen)



[cerebrums anatomi]

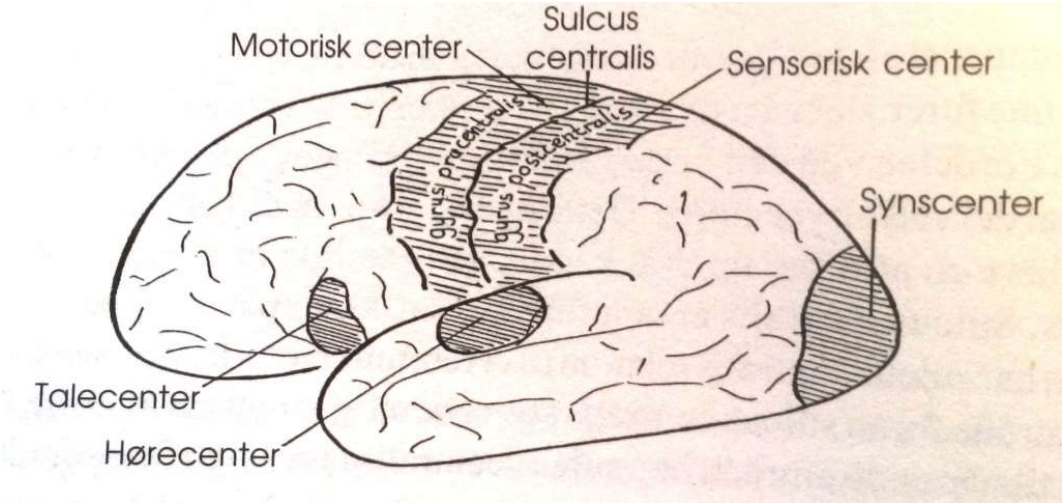
Yderligere finde furer i overfladen – sulci

Sulci øger hjernebarkens areal → øget kapacitet og arbejdsevne



[hjernevindinger]

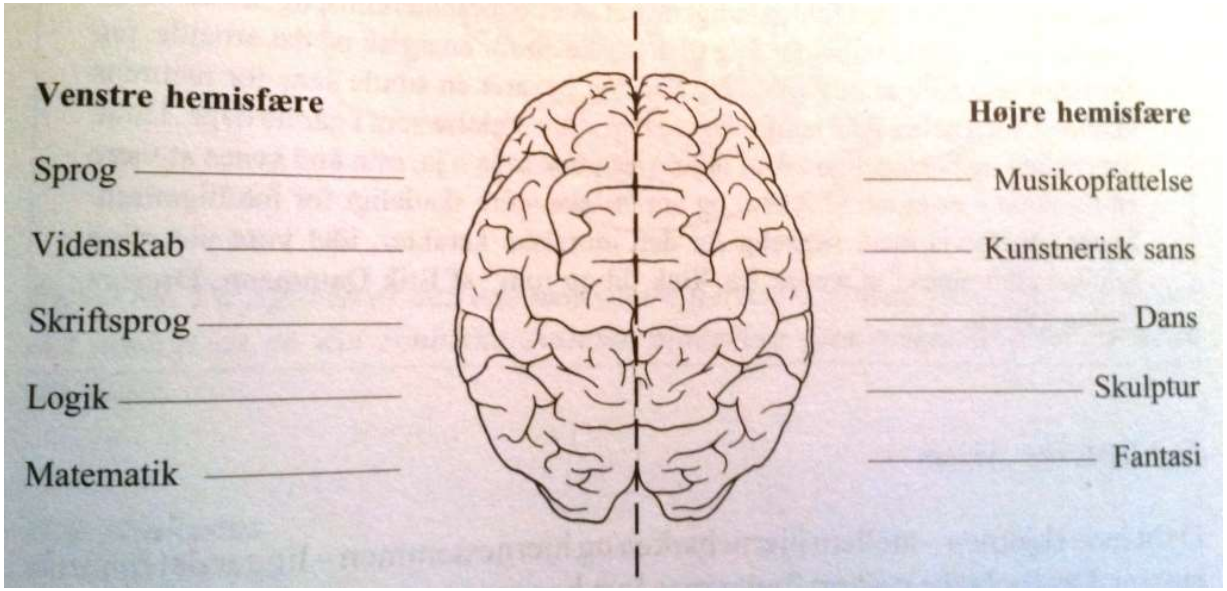
- Gyrus præcentralis (hjernevinding foran sulcus centralis) → motorik
- Gyrus postcentralis (hjernevinding bagved sulcus centralis) → sanseindtryk fra kropsoverflade, organer og bevægeapparat



[hjernens arbejdsfordeling]

Cerebrum er inddelt i to hemisfærer – en højre og en venstre

Under opvæksten fra barn til voksen sker en arbejdsdeling



[hjernens arbejdsfordeling]

	Højrehåndet	Venstrehåndet
Venstre hemisfære	**Logisk tænkning** Matematik, sprog, videnskab	**Kreativ tænkning** Kunst, musik, dans, fantasi
Højre hemisfære	**Kreativ tænkning** Kunst, musik, dans, fantasi	**Logisk tænkning** Matematik, sprog, videnskab

OBS overkrydsning – højre hemisfære tager sig af venstre side af kroppen og omvendt

[hjernens arbejdsfordeling]

<u>Placering af talecenter og asseccoriske områder :</u>

Højrehåndede

Hos 90% placeret i venstre hemisfære

Venstrehåndede

Er i de fleste tilfælde placeret i venstre hemisfære, dog er sprogområdet for nogen spejlvendt (placeret i højre hjernehalvdel)

[venstrehåndethed]

9% af verdens befolkning

Typisk kontrolleres motorisk output (venstre hånds bevægelser) af den højre hemisfære

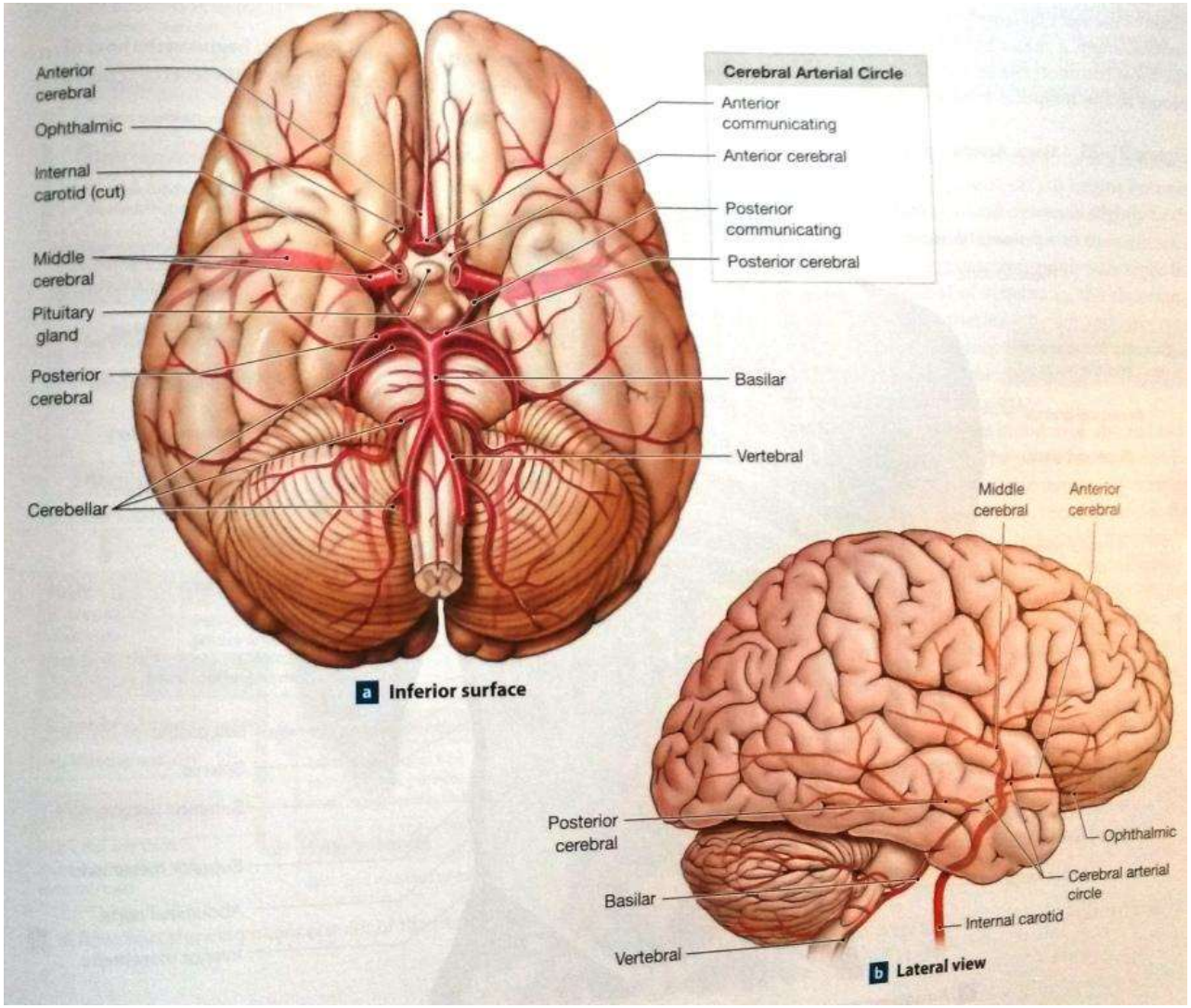
→ Aktiviteten i gyrus præcentralis i højre hemisfære er tæt forbundet med områder som har at gøre med rumlig visualisering og følelser

→ En høj procentdel af kunstnere og musikere er venstrehåndede

[hjernebarkens arbejdsfordeling]

Lobus	Funktion
Frontalis (gyrus præcentralis)	Bevidst kontrol af skeletmuskulatur
Parietalis (gyrus postcentralis)	Bevidst perception af berøring, tryk, smerte, vibration, smag og temperatur
Occipitalis (synscenter)	Bevidst perception af visuelle stimuli
Temporalis (hørecenter, lugtecenter)	Bevidst perception af lyd og lugt
Alle lobi	Integration og bearbejdning af sensorisk data, bearbejdning og initiering af motor output

[hjernens blodforsyning]

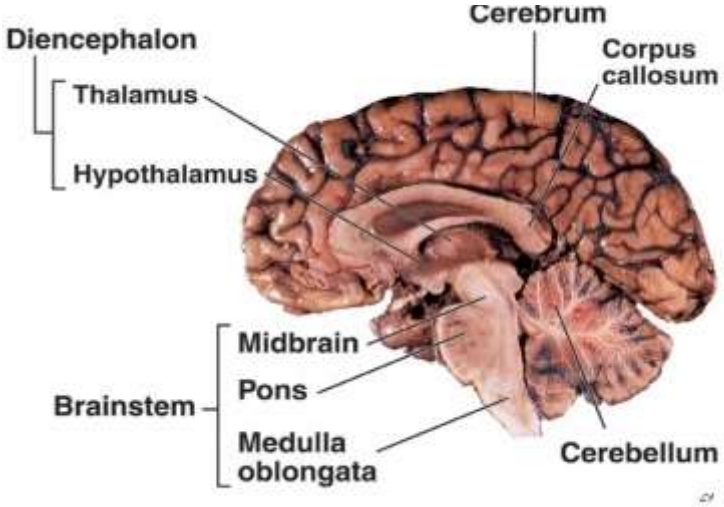


[diencephalon]

Placering mellem cerebrum og pons

Mellemhjernen indeholder:

- Hypofyse og hypothalamus
- Centre for sult og tørst
- Lavere dele af CNS



[det limbiske system]

Findes kun hos højerestående dyrearter

Det limbiske system har betydning for:

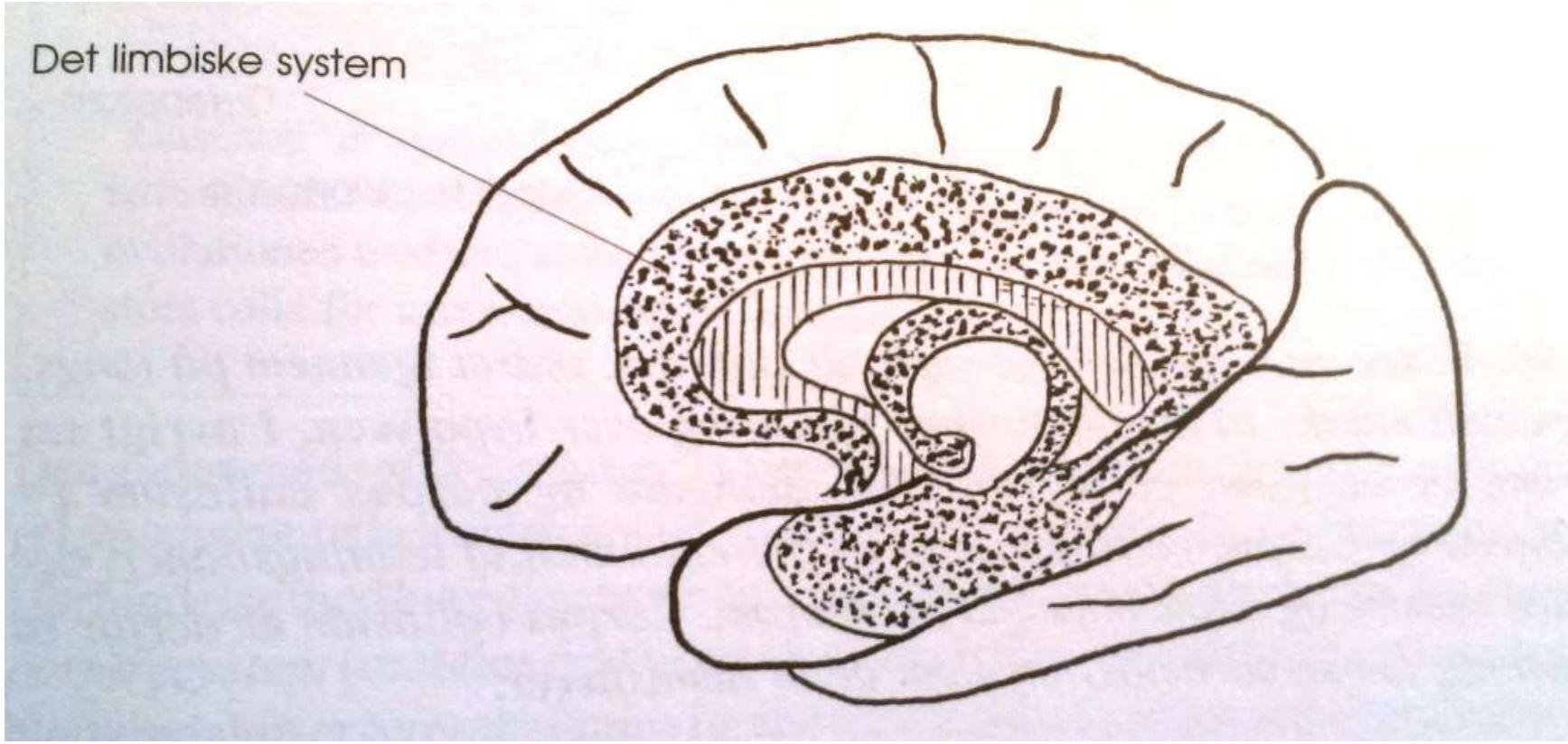
- Hukommelsen
- Følelseslivet

Kaldes også ’porten til bevidstheden’

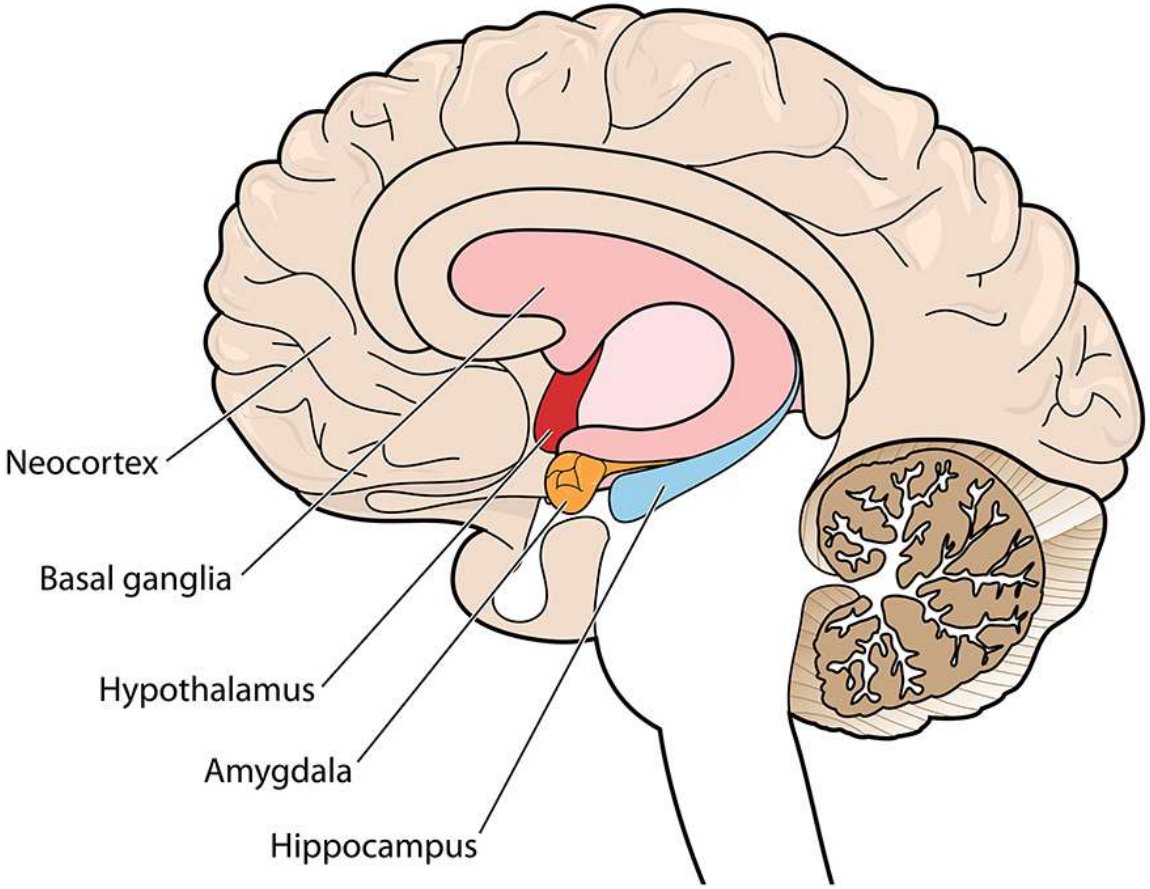
Alle sensoriske inputs passerer det limbiske system før de når hjernebarken (og dermed bevidstheden)

Leukotomi: overskæring af ledningsbaner → kroniske smerter kan lokaliseres men den følelsesmæssige betoning er væk

[det limbiske system]



[amygdala og hippocampus]



[amygdala]

En del af det limbiske system

Håndterer frygt og forsvar

Forbindelse til hypofyse, binyrer, lugtesans og føde/væske indtag

Kan udløse forskellige viscerale og autonome reaktioner (vejrtrækning, kredsløb, mave-tarmkanal)

Indeholder ca. 12 millioner neuroner

Tager del i posttraumatiske stressreaktioner

[hippocampus]

- Styrer langtidshukommelse
- Har at gøre med hukommelse af placering af objekter og mennesker
- Har betydning ift. dannelse af hjerneceller
- Alzheimers involvere skade på hippocampus

[hypothalamus]

Indeholder centre for:

- Temperaturregulering
- Væskebalance
- Appetit

Her sidder bl.a. osmoreceptorer (måler blodets 'tykkelse') → regulering i tørstfornemmelse

- Danner antidiuretisk hormon (ADH) → sparer på væskeudskillelse

[hypothalamus]

Temperaturregulering:

<u>Holde på varmen</u>

Kontraktion af blodkar → mindre varmeafgivelse til omgivelserne (blå hud, gåsehud)

<u>Øge varmeproduktion</u>

Besked via hypofysens portåresystem → aktivering af skjoldbruskkirtlen → øget stofskifte

Kulderystelser

[hypothalamus]

Appetitregulering:

- Kemoreceptorer måler blodsukkerværdi
- Høj BS: dæmper sultcenter
- Lav BS: øger sultcenter

OBS: Sult er også psykologisk samt sensorisk (syn/lugt) påvirkeligt

[cerebellum]

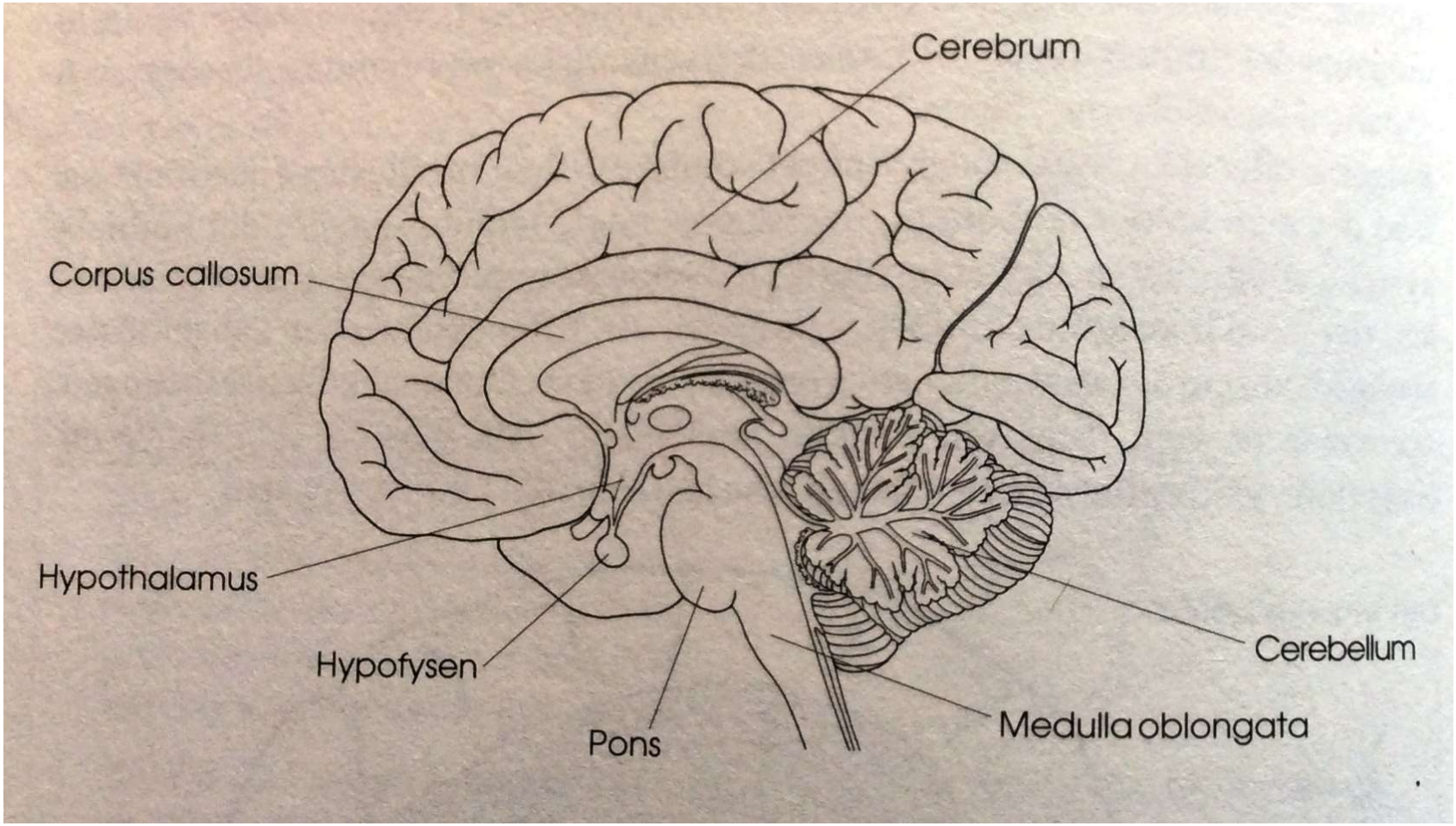
Opbygget af to hemisfærer samt hjernebark (cortex cerebelli) som cerebrum

Samarbejder via pons (hjernebroen)

Funktion: sørger for ligevægt, muskelkoordination, muskeltonus - altså afstemte bevægemønstre

Information via balanceorganet i det indre øre samt muskelsansen (proprioceptive sans)

[cerebellum]


Cerebrum
Corpus callosum
Hypothalamus
Hypofysen
Pons
Cerebellum
Medulla oblongata

[cerebellum]

Indre øre

Registrerer stilling i forhold til horisonten

Proprioceptive sans

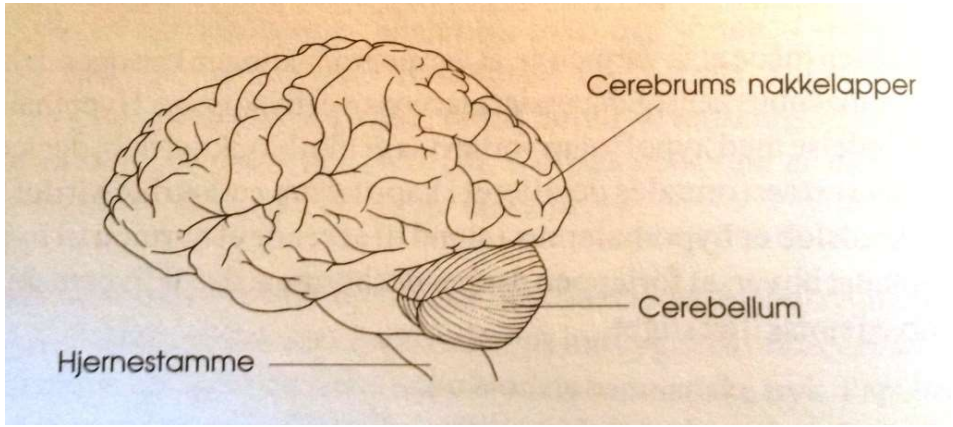
Musklers tonus og leddenes stilling

[cerebellum]

Sensorisk input

Motorisk output

OBS ingen overkrydsning som i cerebrum dvs. højre hemisfære tager sig af højre side af kroppen



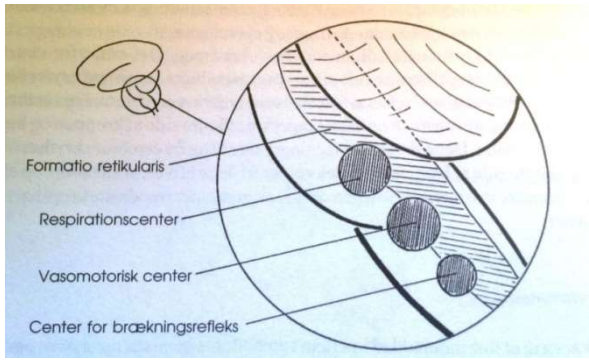
[pons]

Kontakten mellem højre og venstre hemisfære i cerebellum

Kontakt fra cerebellum til resten af nervesystemet

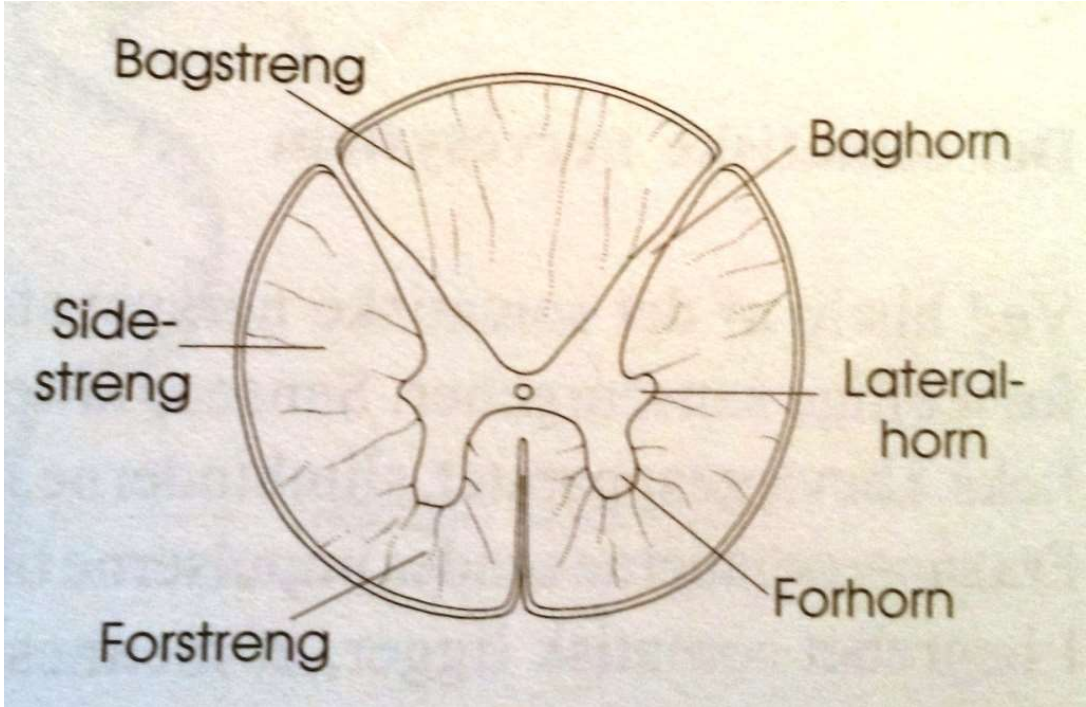
Nederste del består af medulla oblongata (åndedrætsregulerende center, kredsløbsregulerende center, brækcenter)

Forbindelse til formatio retikularis (regulering af bevidsthedsniveau – filtrere unødvendig sanseinformation fra)

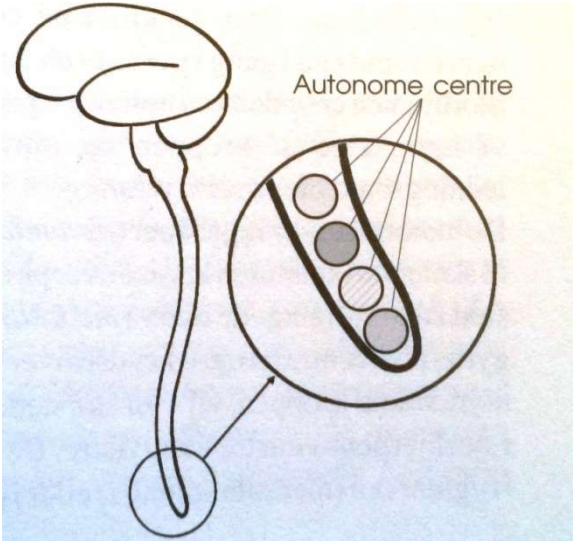


[medulla spinalis]

Modsat encephalon findes hvid substans yderst og grå substans inderst i medulla oblongata og rygmarven



[medulla spinalis]



Forhorn: Motoriske cellekroppe (efferente nervebaner)

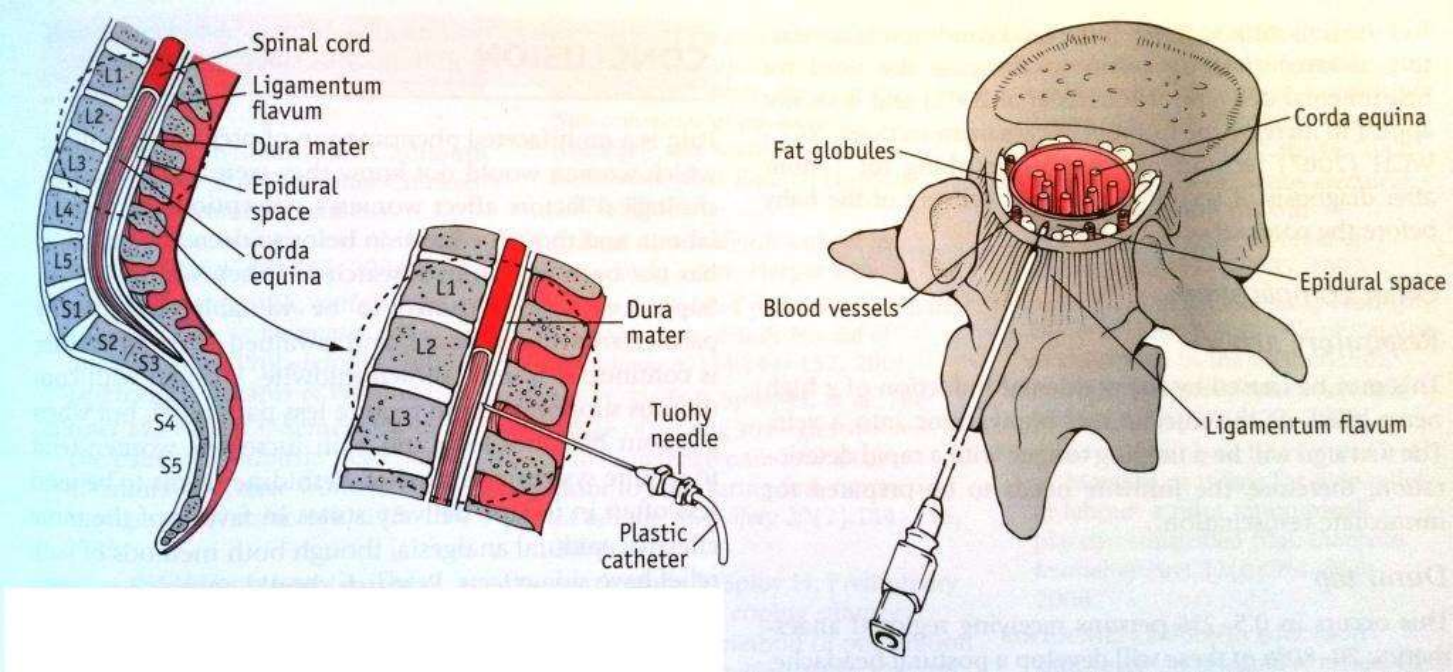
Baghorn: Sensoriske cellekroppe (afferente nervebaner)

Medulla spinalis indeholder desuden reflekser og autonome centre (miktion, defækation, ejakulation, rejsning) i lumbal- og sakralmarven

[epidural blokade]

L2-L3 - mellem dura mater og araknoidea

Bedøver underlivet – og forhåbentlig ikke benene



[reflekser]

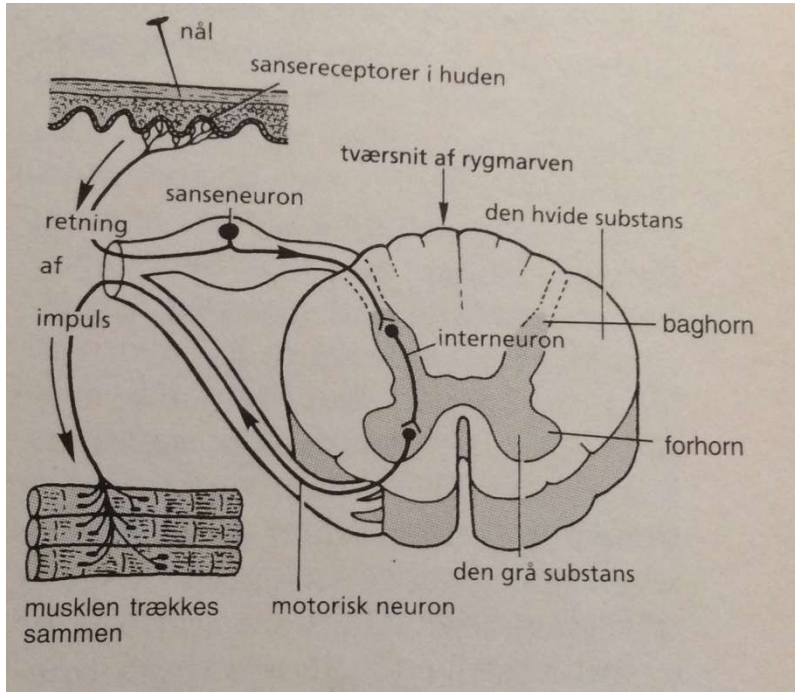
En refleks er en nerveimpuls der uafhængigt af viljen udløser en effekt fx muskelbevægelse eller kirtelafsondring – udløses af en irritation eller et sanseindtryk

Ubetingede/medfødte:

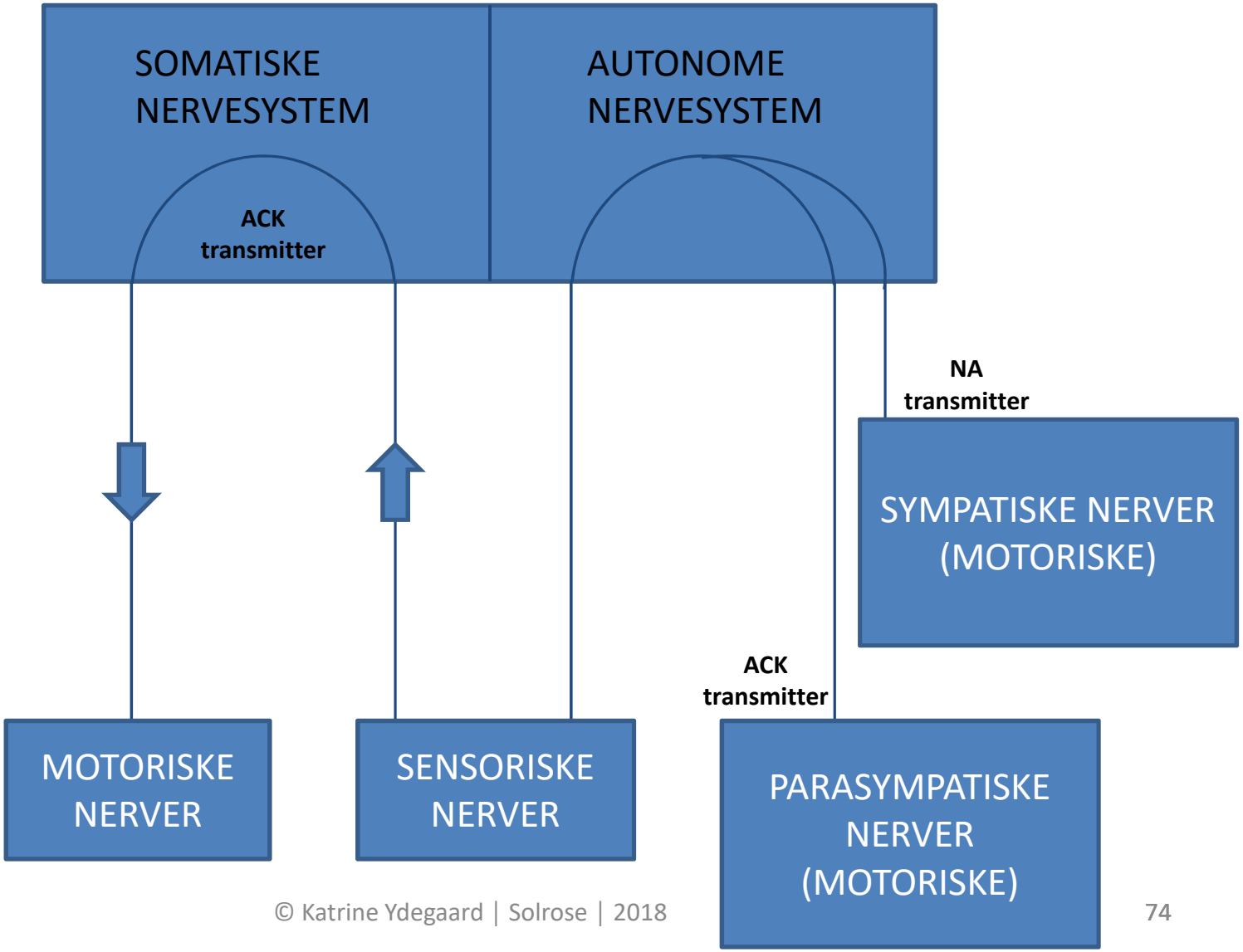
blinke, hoste, sutte, knæ

Betingede/tillærte:

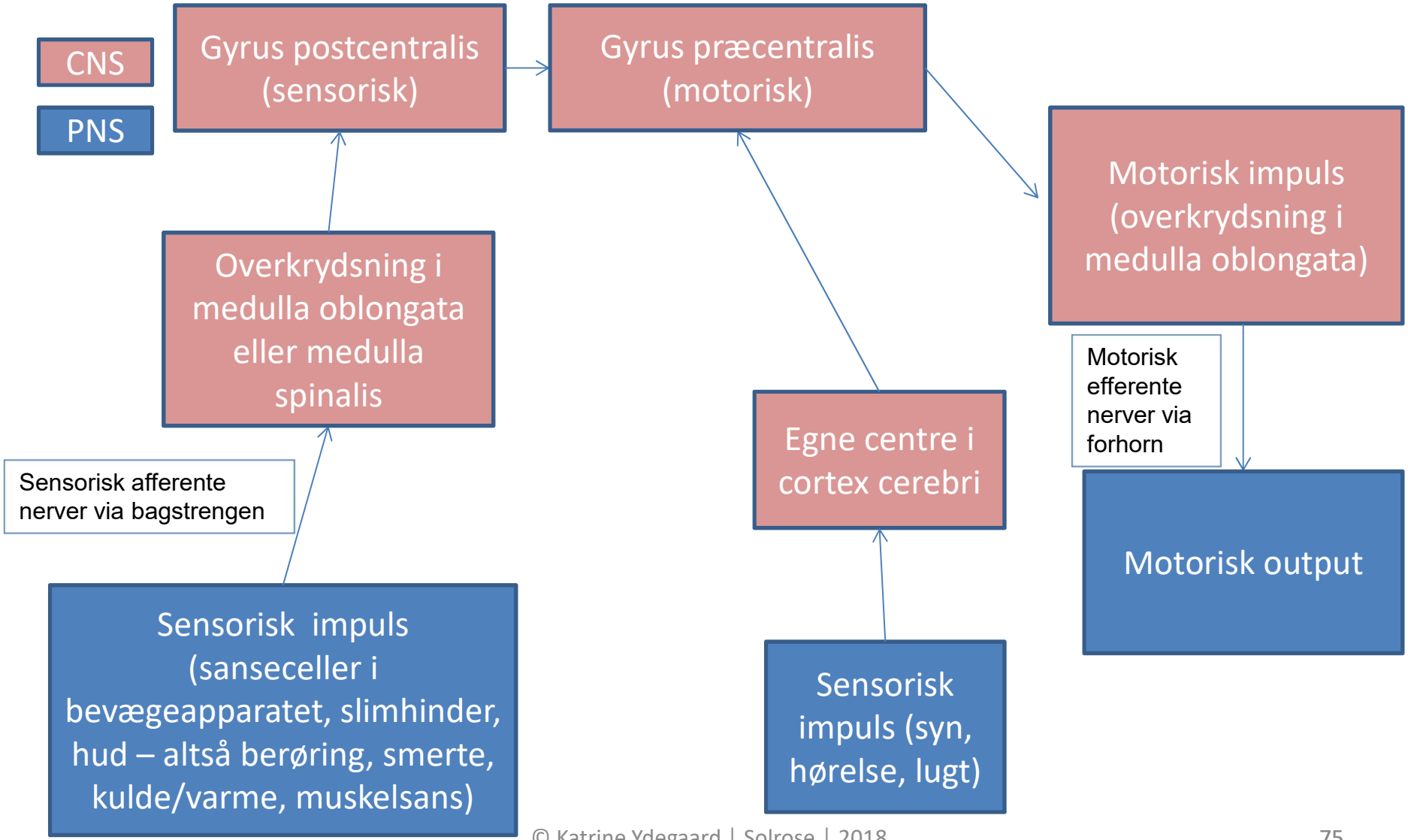
fx cykle, Pavlovs hunde



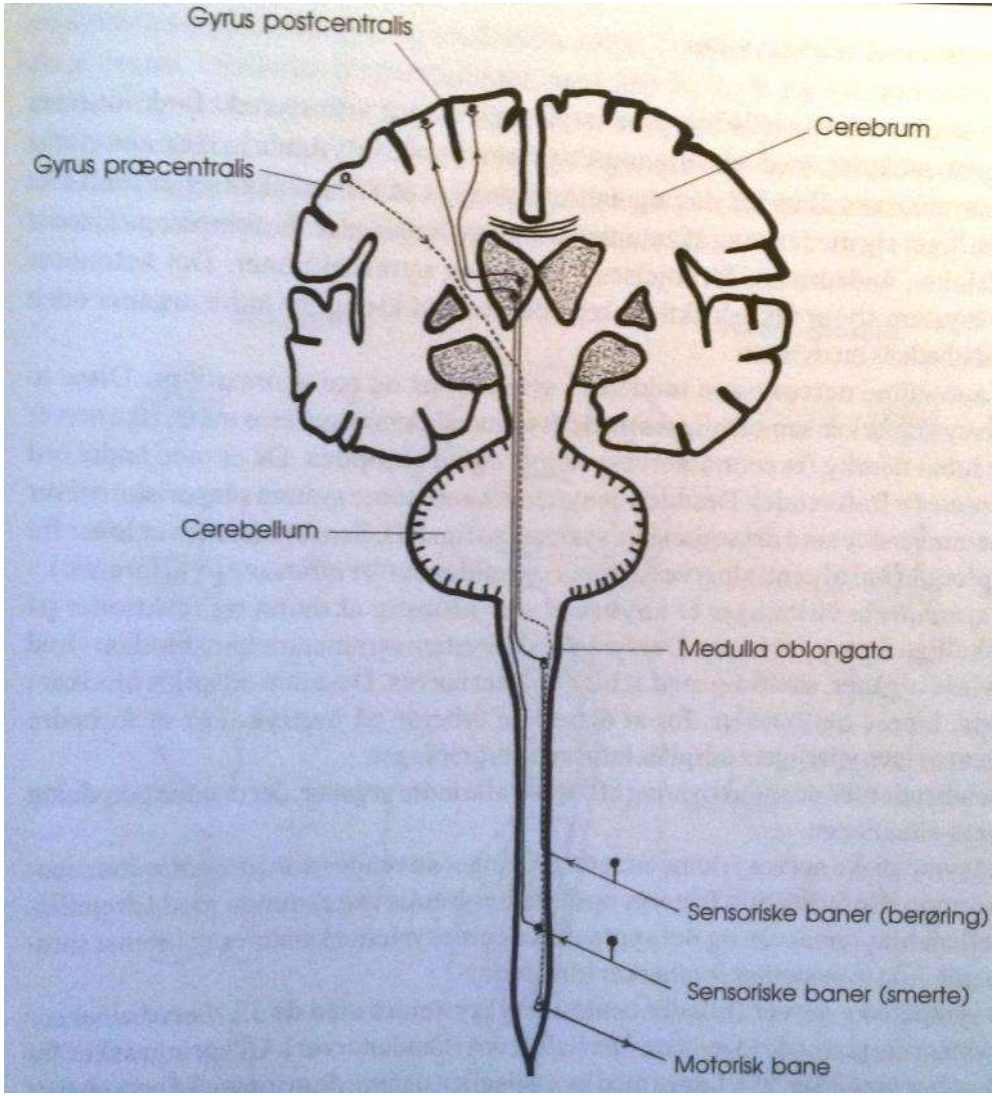
[nervesystemet]



[det somatiske nervesystem]



[det somatiske nervesystem]



[det autonome nervesystem]

Konstant aktivitet – automatisk kropsstyring af fx:

- Kredsløb
- Åndedræt
- Fordøjelse
- Kirtelfunktion
- Nyrefunktion

[det autonome nervesystem]

Afferente sensoriske nerver

Sympatikus og parasympatikus er efferente (kan sammenlignes med motoriske nerver)

[sympatikus]

NA er transmitter – tæt samarbejde med binyremarven

Sympatiske nerver udløber fra lateralhornet i de 12 thoracalhvirvler samt de to øverste lumbalhvirvler (T1-T12 + L1-L2)

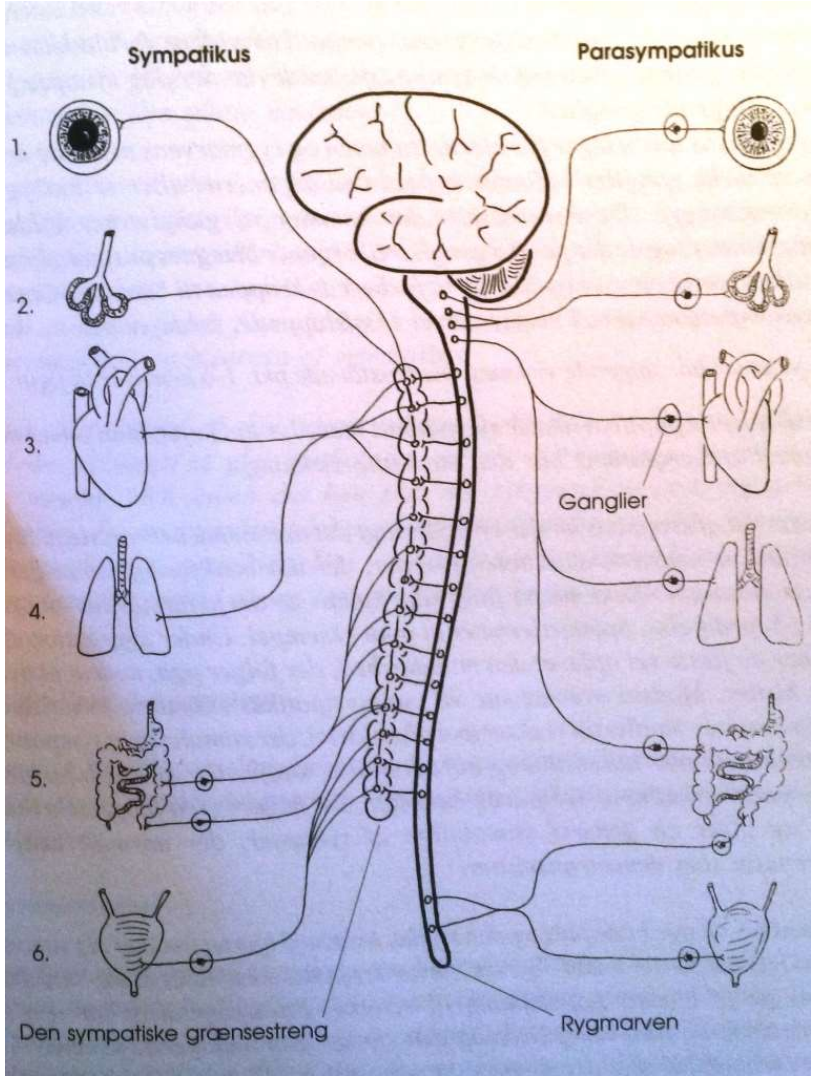
De sympatiske nerver danner ganglier langs hvirvelsøjlen – den sympatiske grænsestreng

[parasympatikus]

ACK er transmitter

Parasympatikus forlader CNS via hjernestammen og den nederste del af medulla spinalis – dvs. 3., 7., 9. og 10. hjernenerve samt lumbal- og sakralmarven

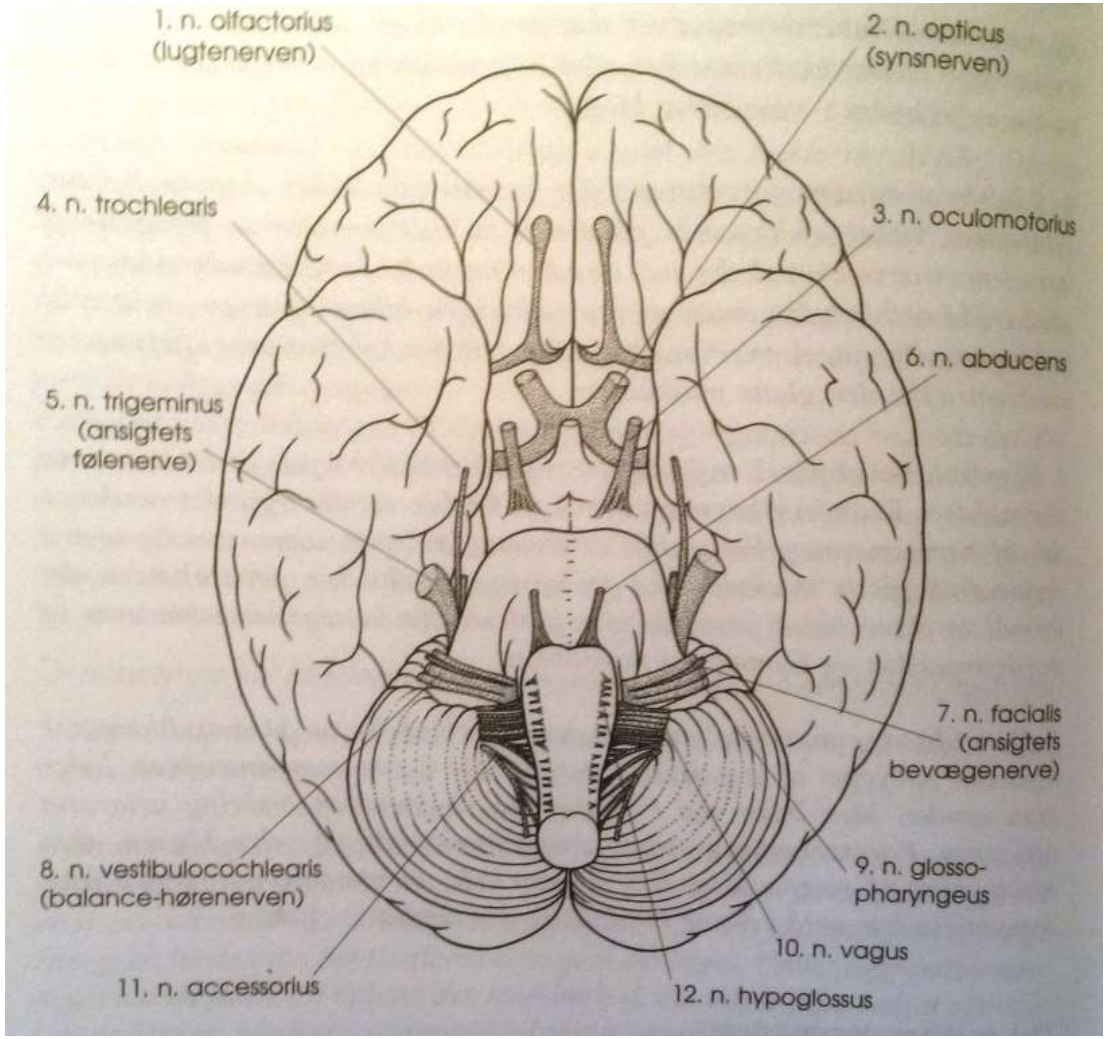
[den sympatiske grænsestreng]



[det perifere nervesystem]

12 par hjernenerver

31 par spinalnerver



[hjernenerverne]

1.hjernenerve, n.olfactorius

Lugtenerve, *sensorisk*

2.hjernenerve, n.opticus

Synsnerve – overkrydsning i chiasma opticum foran hypofysestilken herefter til synscenteret i occipitallappen, *sensorisk*

[hjernenerverne]

<u>3.hjernenerve, n.oculomotorius</u>

Styrer tværstribet muskulatur til øjets bevægelse samt autonome tråde til pupil og linse, *somatisk motorisk og parasympatisk*

<u>4.hjernenerve, n. trochlearis</u>

Kontrol af en anden af øjeæblets muskler, *motorisk*

[hjernenerverne]

5.hjernenerve, n.trigeminus

Sensorisk del der breder sig i tre samt motorisk del til tyggemuskler, *sensorisk-motorisk*

6.hjernenerve, n.abducens

Kontrol af den sidste tværstribede muskel til øjeæblet, *motorisk*

[hjernenerverne]

<u>7.hjernenerve, n.fascialis</u>

Ansigtets motoriske nerve (tværskibet muskulatur), smagsindtryk samt spyt- og tårekirtler, *motorisk-sensorisk, parasympatisk*

<u>8.hjernenerve, n.vestibulocochlearis</u>

Hørelse og balance – forbinder det indre øre med relevante centre, *sensorisk*

[hjernenerverne]

<u>9.hjernenerve, n.glossopharyngeus</u>

Sanseindtryk fra svælg, bagside af tungen, smag, ørespytkirtel,kontakt til tryk-, ilt-, kuldioxidfølsomme celler, *sensorisk, parasympatisk*

<u>10.hjernenerve, n.vagus</u>

Kompleks – fortsætter ned i bughulen hvor den sender parasympatiske tråde til alle organer i brystkasse og bughule - stimulerer organer under diaphragma, hæmmer over, talenerve, smagstråde, *sensorisk, motorisk, parasympatikus*

[hjernenerverne]

<u>11.hjernenerve, n.accessorius</u>

Forbindelse til to tværstribede muskler i hals/nakke, *motorisk*

<u>12.hjernenerve, n.hypoglossus</u>

Tværstribet muskulatur i tungen, *motorisk*

[spinalnerver]

Alle er blandet sensorisk-motorisk

Danner ofte plexer kort efter de har forladt rygsøjlen

<u>Plexus cervicalis</u>

Hals og nakke, diaphragma

<u>Plexus brachialis</u>

Skulder/arm

[spinalnerver]

<u>Thoracalnerverne</u>

Intet plexus, forsyner mm. intercostales

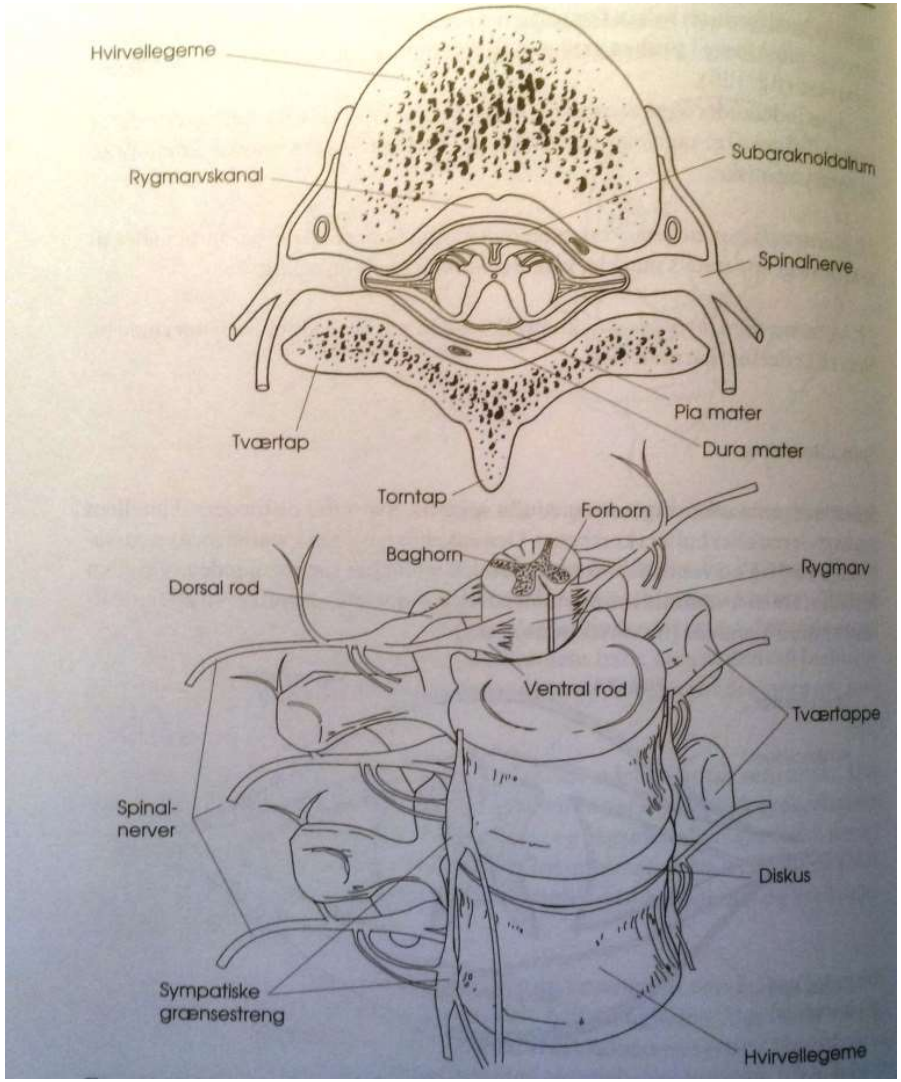
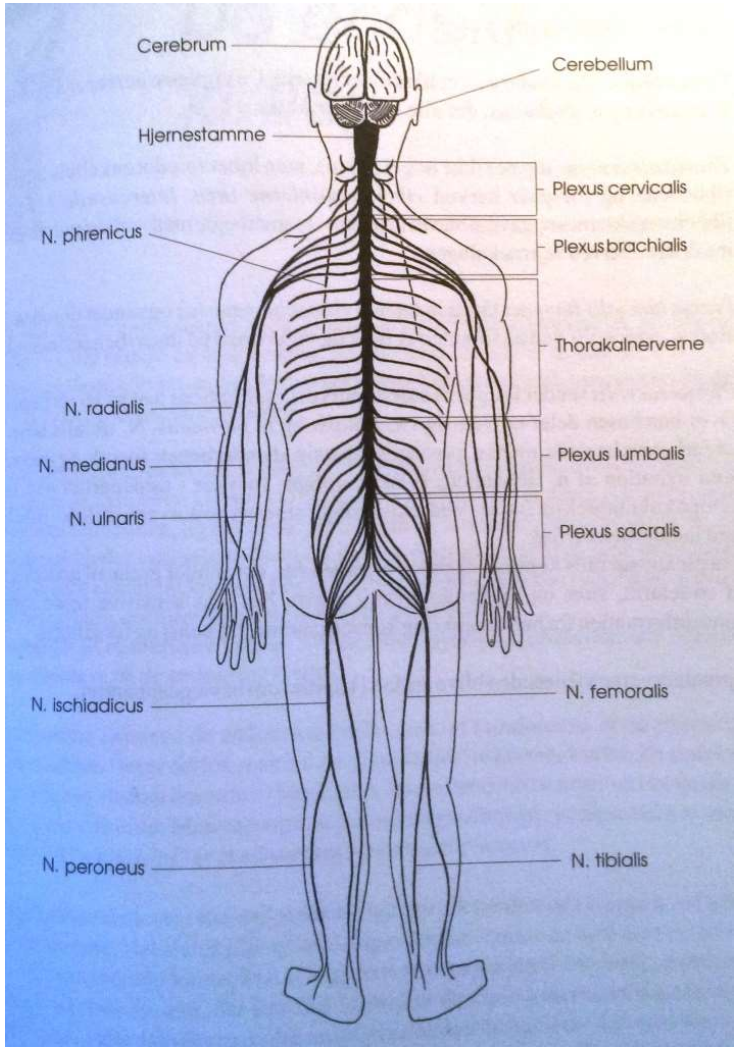
<u>Plexus lumbalis</u>

Forsyner låret/underbenet

<u>Plexus sacralis</u>

N.isciadicus (lårets bagside), n.tibialis (underbenets bagside) og n.peroneus (underbenets forside), n.pudendus (kønsorganer, endetarm, anus, mellemkød, blære)

[spinalnerver]



[spinalnerver]