

Somatosensorisk funktion:

Receptorer:

Overfladiske, dybe, viscerale eller specielle (syn, lugt, etc.)

Mekanoreceptorer i huden:

Specialiseret nerveender (mekanoreceptorer) vs. Frie nerveender

Hud med hår vs. Hårløs hud (glabella)

Tætheden af følelegemer falder med alderen. Dog falder evnen ikke til at føle ting.

<i>Mekanoreceptor</i>	<i>Lokalitet</i>	<i>Størrelse</i>	<i>Funktion</i>
Pacinian corpuscle	Dermis	Store	Detektere vibrationer, som føres via epidermis til dermis. Finde små ting
Ruffinis endings	Dermis, i hud med hår og uden hår	Mindre end pacinian corpuscle	Form diskrimination
Meisners corpuscle	Epidermis, omkring hårfolliklen	1/10 af Pacinian corpuscle	Føling, finde små ting
Merkel's disk:	Nerveende	Som er forbundet med en ikke-neural epithel celle	Form diskrimination

	"Receptive field size"	
	Lille område	Stort område
Hurtig adaptation	Meissner's corpuscle	Pacinian corpuscle
Langsom adaptation	Merkel's disk	Ruffini's ending

Sansekvalitet:

Svag berøring: topognosis hvor/hvad

Vibration: frekvens, amplitude

Detektere overfladebeskaffenhed: tekstur, 2-punksdiskrimination

Formdiskrimination

Temperatur, smerte, kilden, kløe

Temperatur:

Thermoreceptorer: receptorer, som er specielt følsomme overfor temperaturændringer, nedtil en ændring på 0,01 °C

Varme receptorer (C-fibre): 30-45 °C

Kulde receptorer (Aβ- og C-fibre): 10-35 °C (og ved celcius over 45 °C. Man ved ikke hvorfor)

Thermiske nociceptorer: >45 °C (over denne grænse skoldes huden, beskadigelse)

Kulde og varmereceptorer undergår en delvis adaptation. Fyrer flest impulser ved pludselige ændringer i temperaturen.

Fasisk termorespons vs. Tonisk termorespons

Primære afferente axoner:

Axoner fra hud	A α	A β	A δ	C
Axoner fra muskler	I	II	III	IV
Diameter (μ m)	13-20	6-12	1-5	0,2-1,5
Hastighed (m/s)	80-120	35-75	5-30	0,5-2
Sensoriske receptorer (funktion)	Proprioreceptorer i skeletmuskler	Mekanoreceptorer i huden	Smerte, temp.	Temp., smerte, "itch"

Spinalnerverne innervierer huden med sensoriske fibre → inddeling i dermatomer

Rygmarven:

Sensorisk ganglion udenfor CNS
Indtræder gennem rygmarvens baghorn

Lemniscus medialis: Se neuroanatomi

Taktile (= tryk, berøring, vibration) og proprioceptive indtryk fra kroppen

- A β -sensoriske nervefibre
- 1. trofiske centrum: Ganglion sensorium
- Rygmarvens baghorn
- Ascenderer i funiculus posterior
- Ender i bagstrengskernerne: nucleus gracilis og nucleus cuneatus (2. trofiske centrum)
- Krydser midtlinjen i decussatio lemnisci medialis
- Ascenderer op gennem hjernestammen som lemniscus medialis
- Ender i VPL (ventralis posterolateralis thalami)
- Evt. videre til primære motoriske cortex

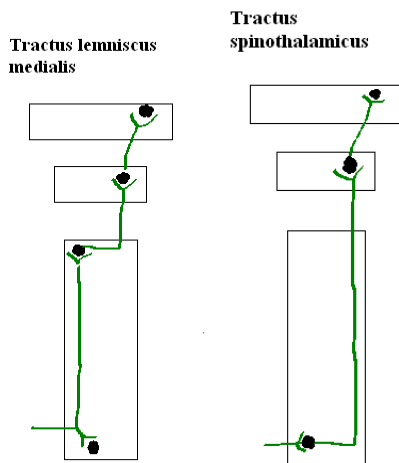
Lemniscus trigeminalis: Se neuroanatomi

Taktile informationer fra ansigtet:

- n. trigeminus
- ganglion trigeminale
- nucleus pontinus n. trigemini
- overkrydsning → lemniscus trigeminalis
- VPM (nucleus ventralis posteromedialis thalami)

Proprioceptive informationer fra ansigtet (ikke lemniscus trigeminalis)

- n. trigeminus (OBS. Intet ganglion!!! Eneste situation i hele kroppen)
- nucleus mesencephalicus n. trigemini
- overkrydsning
- VPM (nucleus posteromedialis thalami)



Somatosensorisk cortex:

Somatosensorisk cortex = Primær sensorisk cortex (S1), Sekundært sensorisk cortex (S2), Posterior parietal cortex.

Somatotopisk map = sensorisk homunculus

Cortical plasticitet:

Er dynamisk, dvs. et bestemt sted i somatosensorisk cortex kan overtages med af et andet område end først tiltænkt:

- Amputation: Ved manglende input til et bestemt område i somatosensorisk cortex, begynder det område, at blive brugt til bearbejdning af somatosensorisk information fra andre områder. Dette gør at der til tider kan opstå phantom smerter (forkert sansekvalitet: smerte fra amputeret hånd kommer fra berøring fra kind)
- Træning: Ved langvarig gentagelse af en bestemt somatosensorisk oplevelse (fx en violinist, hvor det somatosensoriske cortex tilknyttet venstre hånd er øget markant) øges dette område også.

Sensorisk neglect:

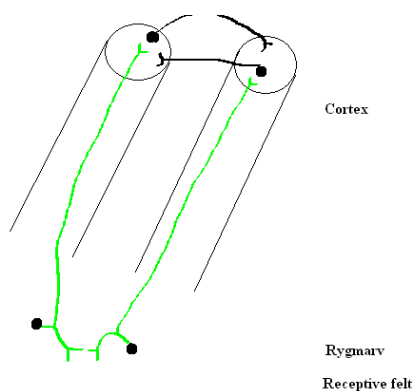
Læsioner i hjernebarkens sensoriske cortex (fx hjerneblødning) → negleterer det sanseindtryk som skulle modtages af det beskadigede område af sensoriske cortex.

Opbygningen af cortex:

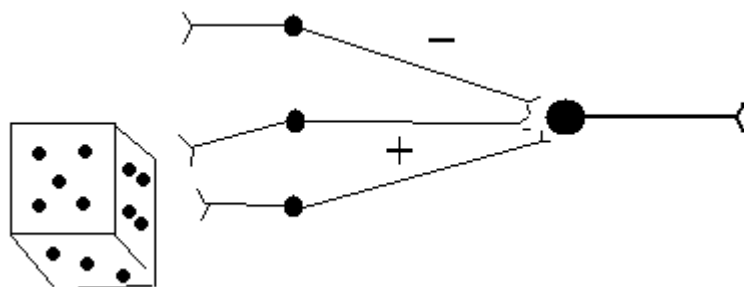
Der er parallel repræsentation i de forskellige area

Cortex er repræsenteret i nabosøjler af hurtigt og langsomt adapterende receptorer.

Nabosøjler kommer med information fra samme område i kroppen.



Sensorisk information moduleres i relæstationer (lateral inhibition) → evnen til at skelne mellem 3 stimuli = retningsbestemmelse af en genstand



Smerte:

Smerte: Subjektiv oplevelse af en sensorisk eller emotionel oplevelse, der opstår når væv skades eller lider overlast.

Smerte:

- Akut
- Persisterende
- Kronisk

Nociceptorer

= smerteførende receptorer. Frie nerveender

- Polymodale nociceptorer (C-fibre): aktiveres både af termiske, kemiske eller mekaniske påvirkninger.
- Termiske nociceptorer (A δ -fibre)
- Kemiske nociceptorer (A δ -fibre)
- Mekaniske nociceptorer (A δ -fibre)

Hyperalgesia:

Hyperalgesia: nedsat grænse for at udløse smerte (aktivering af nociceptorer) ved et allerede beskadiget område.

- Primær hyperalgesia: Smerteudløsning inden for det allerede beskadigede område.
- Sekundær hyperalgesia: Smerteudløsning fra omkringliggende væv for det beskadigede område.

Årsag: Den øgede smerte følsomhed overfor termiske og mekaniske stimuli kan skyldes frigivelsen af kemiske substanser ved beskadigelse af et væv:

Bradykinin: Depolariserer nociceptorer, desuden gør de termiske nociceptorer mere følsomme.

Prostaglandiner: Øger nociceptorerens sensitivitet.

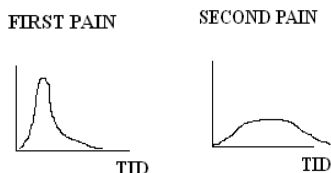
Substans P: Syntetiseres fra nociceptorerne selv, laver vasodilation og histamin frigivelse. Er årsagen til sekundær hyperalgesia.

Desensibilisering: tilvænning til smerte

Primære affenrente fibre:

First pain: Skarp smerte, A δ -fibre

Second pain: Langvarig diffus smerte, C-fibre



Neurotransmitteren: Glutamat og substans P

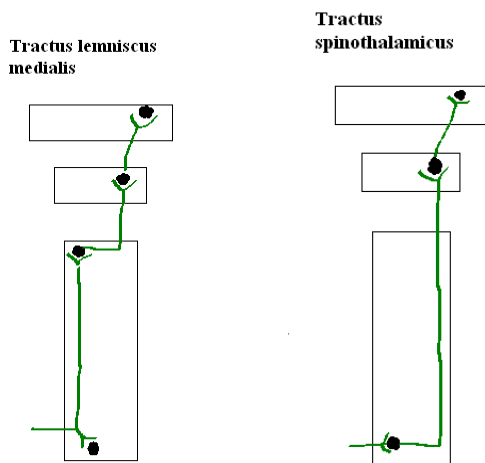
Capsaicin (chili): substans P frigivelse \rightarrow ingen substans P = bedøvende virkning (analgesia \sim fravær)

af smerte)

Referred pain: cutane og viscerale nociceptorer innerverer samme nervecelle i rygmargen. Fx angina ved et MI.

Tractus spinothalamicus:

Spinalganglie → dorsale spinal rødder → zone of Lissauer i dorsale baghorn (kort descenderende/ascenderende bane) → ascenderer i substantia gelatinosa (tractus spinothalamicus)

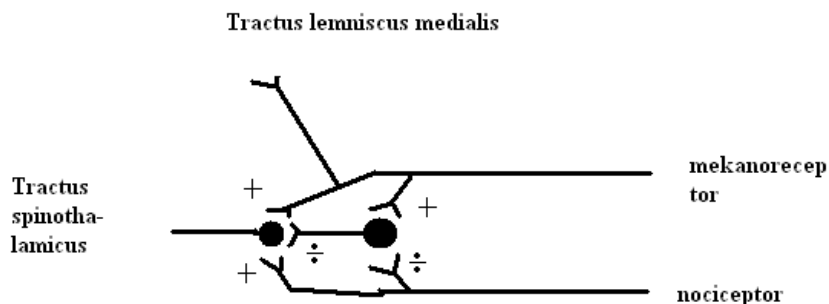


Afferent regulation:

Gate theory of pain (smerte gating):

Aktive nociceptorer (smertefornemmelse) kan hæmmes ved at aktivere lavtærskel mekanoreceptorer ($A\beta$ fibre) ved det smertende område, fx ved at gnide på det smertende område.

- Mekanoreceptoraxonet exciterer et interneuron
- Interneuronet i rygmargen inhiberer neuronet, hørende til tractus spinothalamicus, som nociceptorer exciterer
- Derved stoppes nociceptorens signal og smerten udebliver.



Descenderende regulation:

Smerte suppression

PAG: periaqueductal gray matter

PAG sender axoner til raphe nuclei i medulla, som sender axoner med serotonin ned i rygmærven, hvor nociceptorenes signal kan inhiberes.

Opium:

Opiums receptorer i CNS. Smertelindring, analgesia ved systemisk administration.
CNS's egen produktion af → Endorfiner

Cellulærvirkningsmekanisme:

- hæmmer frigivelsen af glutamat fra præsynaptiske terminaler
- hyperpolariserer de postsynaptiske membraner, sværere ved depolarisering.

ØJET:

Fra linsen → cornea → output fra gangliecellerne

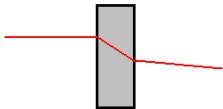
Frekvens = $1/\text{bølgelængde}$

Amplitude

Synligt lys: 400-700 nm

Lys kan reflekteres, absorberes eller refrakteres.

Refraktion er, når lys brydes når det passerer gennem et medie:



Optiske disk (synsnerven+kar)= blind spot

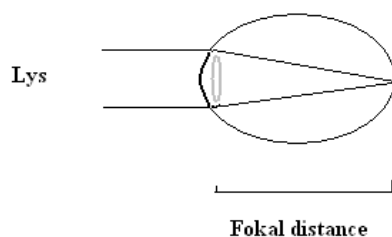
Synets forskellige typer:

Forskellige ganglieceller projicerer information videre til forskellige hjerneregioner;

- *Synsperception*: Perception (subjektivopfattelse af former og farver), dagssyn, natsyn
- *Orienteringsreflekser*: =automatisk øjenfunktion. Ganglieceller opfanger lys i synsperriferien, projektion til colliculi superior, som uløser sakkader (=øjenbevægelse mod stimulus) og evt.hoveddrejen.
- *Pupilkontrol*
- *Circadian funktion*: Visse ganglieceller har faktisk opsin i sig, så de kan selv opfange lysfotoner. Videre sender information til nucleus suprachiasmaoticus.

Refraktion i cornea:

Fokal distance: distancen fra cornea til hvor parallelle lysstråler konvergerer mod hinanden.



Dioptri = $1/\text{fokal distance}$ (målt i meter)

Cornea's refraktionspower = 42 dipotrier (→ fokale distance er 2,4 cm)

Akkommodation af linsen:

Objekter tættere end 9 m → akkommodation af linsen

Akkommodation af linsen sker ved afslapning af mm. ciliare og linsen bliver derved federe pga. dens naturlige elasticitet.

Evnen til at akkomodere mistes med alderen pga. linsen mister sin elasticitet (presbyopia ~gamle øjne).

Syn og korrektion

		Parallelle stråler brydes og rammer	Behandling
Emmetropia	Øjet er normal	På retina	
Hyperopia (langsynethed)	Øjet er for kort	Bag retina	Konvekse glas
Myopia (kortsynethed)	Øjet er for langt	Foran retina	Konkave glas Laser
Presbyopia (gamle øjne)	Stivhed i linsen pga. alder	-	Bifokal linse, konkave på toppen ("støtte det langesyn"), konvekse i bunden

Fotopisk syn = farve syn = Tap-celle (cone)

Skotopisk syn = natsyn = Stave (rods)

Phototransduktion i stave og tappe:

Ved fravær af lys depolariserer stavene og tappene.

Ved tilstedeværelse af lys hyperpolariserer stavene.

Stave's Rhodopsin: opbygget af opsin og retinal (vit A). Er photopigment, som kan absorbere fotoner.

Tappe's rhodopsin: specielt opbygget. Der findes nemlig 3 forskellige opsiner, som er gode til at absorbere 3 forskellige farver: Blå: 430 nm, Grøn: 530 nm, Rød: 560 nm → 3 forskellige tappe

Proces:

- Foton absorberes
- Rhodopsin aktiveres
- Transducin (G-protein) aktiveres
- PDE (phosphodiesterase) aktiveres og nedbryder cGMP
- cGMP afhængig Na⁺-kanaler lukkes → hyperpolarisering

OBS: amplifikation! En foton aktiverer en PDE, men den nedbryder flere cGMP → mange Na⁺-kanaler hyperpolariserer.

I dagslys sker der en grad af adaptatioin for stavene. Dvs. tappene bruges til synet i dagslys.

Minimum følsomhed:

1 foton/stav

100 fotoner/tap

Lys/mørke adaptation:

Light adaptation: 5 min (mørke → lys: Retinal/opsin → retinal + opsin)

Dark adaptation: 25 min (lys → mørke: Retinal/opsin ← retinal + opsin)

Skyldes at der sker en regulation af antal receptor molekyler (fotoreceptor) til rådighed for foton "catch" i hver celle.

Mørke omgivelser	Lyse omgivelser
Meget fotopigment	Lidt fotopigment (da det hele er på formen retinal + opsin)
retinal/opsin	Retinal + opsin

Retinal/opsin ↔ retinal + opsin (såkaldt "bleaching", som er spaltning af fotopigment)

Retinal processing:

Vi kigger på hvad der sker i mørke, hvilket giver mest mening, da photoreceptoreren jo depolariserer i den situation:

1. Photoreceptor depolariserer → glutamat frigivelse
2. Kontakter bipolarer celler og horizontale celler (sender information lateralt ud til nabo bipolarer cellerne)
3. Ganglion celler depolariserer og videregiver information via n. opticus

Bipolære celler:

- Off-bipolær celle: Depolariserer ved tilstedeværelse glutamat (dvs. off-bipolære celler depolariserer i mørke, altså ved fravær af fotoner).
- On-bipolær celle: Hyperpolariserer ved tilstedeværelse af glutamat (dvs. on-bipolære celler depolariserer ved tilstedeværelsen af lys-fotoner, som går ud på at der ikke frigives glutamat fra fotoreceptorerne)

Receptive field for bipolar celle:

Receptive field: område af retina som ændrer sit membranpotentiale, når det udsættes for lys.

Receptive field center: Område som aktiveres direkte af de aktiverede photoreceptorer

Receptive field surround: Område som aktiveres via de horizontale celler, som er blevet aktiveret af photoreceptorerne.

OBS: center-surround receptive field (center og surround er modsætninger; On-Off eller Off-on)

Receptive field for Gangliaceller:

Årsag for receptive field: Receptive field øger kontrastfølsomheden, for på denne måde at lette genstandsgenkendelsen (i første omgang som detektion af kanter)

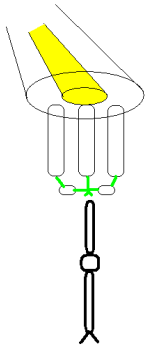
Ganglion receptive felters center og surround er forskellig; altså enten ON-OFF eller OFF-ONN (center-surround)

Ganglion receptive field er mest følsomme overfor ændringer indenfor sit receptive field, altså en ændring i illumination i receptive field center eller surround. De reagerer altså kraftigt på lokal kontrast i illumination.

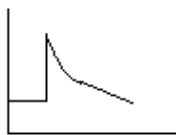
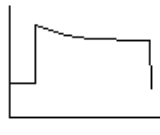
Objekt-genkendelse:

Afgrænsning fra omgivelser via "edge-detection" (dvs. lokal kontrast detektion i retina)

I receptive field udgøres center af fotoreceptorer (i fovea kun 1) omgivet af surround fotoreceptorer, som er koblet til center via horizontal celler.

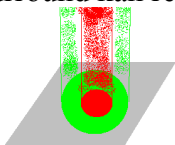


Ganglion-celler:

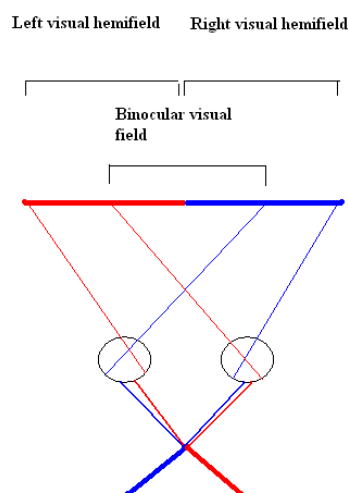
	M-celler (magno→store celler)	P-celler (parva→små celler)	NonP-nonM-celler (=koniocellulære ganglieceller)
<i>% af samlede antal ganglieceller</i>	5 %	90%	5%
<i>Retina distrbution</i>	Perifert i retina	Tættest i fovea	Centralt i retina
<i>Farve-opponens*</i>	Næsten ingen	Rød-grøn	Blå-gul
<i>Stav-input</i>	Fra både stave og tappe	Fra tappe	
<i>Spatial opløsning</i>	Lav	Høj (i fovea enkelt tap center)	
<i>Temporal opløsning</i>	Optil 60 Hz	Op til 30Hz	
<i>Funktion</i>	Opfange hurtige lysændringer, som medfører få aktionspotentialer (kortvarige)	Farvefølsom, som medfører mange aktionspotentialer (længerevarende)	Farvefølsom
	AP /Sec 	AP /Sec 	

*

Opbygget i receptive fields med et center og et surround. Centeret kan fx reagere på rød, mens surround kan reagere på grøn (i dette tilfælde en P-celle)



CENTRALE SYNSMEKANISMER:



Tractus opticus:

- Canalis opticus
- Chiasma opticum
- Tractus opticus (afgiver desuden fibre til visuelle reflekscentre i tectum)
- Corpus geniculatum lateralis (thalamus)
- Radiatio optica
- Primære synsbark

OBS: der er retinoskopi hele vejen igennem tractus opticus: retina, corpus geniculatum lateralis og primære synsbark.

Centrale forbindelser fra retina:

Prætectum → pupilrefleksen

Colliculus superior → øjenbevægelser

Hypothalamus i samarbejde med corpus pineale → døgnrytmen

Corpus geniculatum lateralis og occipitallappen → bearbejdning af synsindtryk

Prætectum:

Se lysrefleksen i anatomi – øjets synsmekanisme

Colliculus superior:

Højre synsfelt → venstre colliculus superior, samt 90° rotation = retinotopi

Venstre synsfelt → højre colliculus superior, 90° rotation

Corpus geniculatum lateralis:

Bemærk at der sker overkrydsning i chiasma opticum → venstre synsfelt lagres i højre side og omvendt.

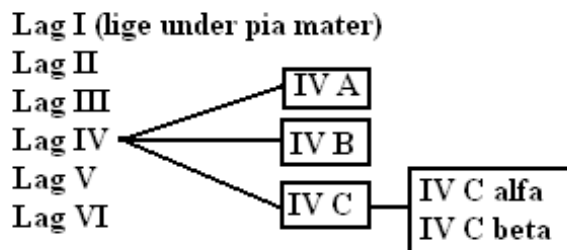
6 lag af parvo eller magnocellulære celler, hvor imellem der findes et lag af små koniocellulære lag som modtager signaler fra gangliacellerne nonM-nonP.

Retinale output		Corpus geniculatum lateralis	
Øje	Ganglion celle typer	Celle type	Lag
Contralateral	P-type	Parvocellulær	Lag 6 (inderst)
Ipsilateral	P-type	Parvocellulær	Lag 5
Contralateral	P-type	Parvocellulær	Lag 4
Ipsilateral	P-type	Parvocellulær	Lag 3
Ipsilateral	M-type	Magnocellulær	Lag 2
Contralateral	M-type	Magnocellulær	Lag 1 (yderst)

OBS: der findes 2 corpus geniculatum lateralis, da thalamus er spejlet.

Area 17 – primære synsbark – V1:

Inddeling af lag i cortex af area 17:



Spina stellata celler findes i lag IVC

Pyramidale celler (med axoner løbende mod pia mater) findes i lag III, IV B, V, VI

Blobs: I lag III er der blobs (ses histologisk som afrundinger), som er neuroner, som modtager input via IV C β fra corpus geniculatum lateralis. Disse blobs får altså kun information fra et øje. Imellem blobs findes der interblobs, som får information fra begge øjne via IV C β .

Ocular dominas columns:

Der ses ocular dominas columns i IV C. Ses som zebra striber, hvor hver stribe hører til kun et enkelt øje-input, der er altså stadig retinoskopi.

Deformation af synsindtrykkene: Det skal bemærkes at der sker en deformation af synsindtrykkene, dvs. at de centrale dele af retina har mest plads i V1

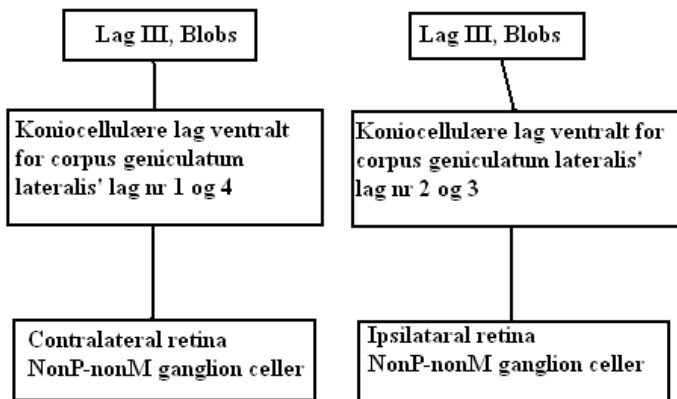
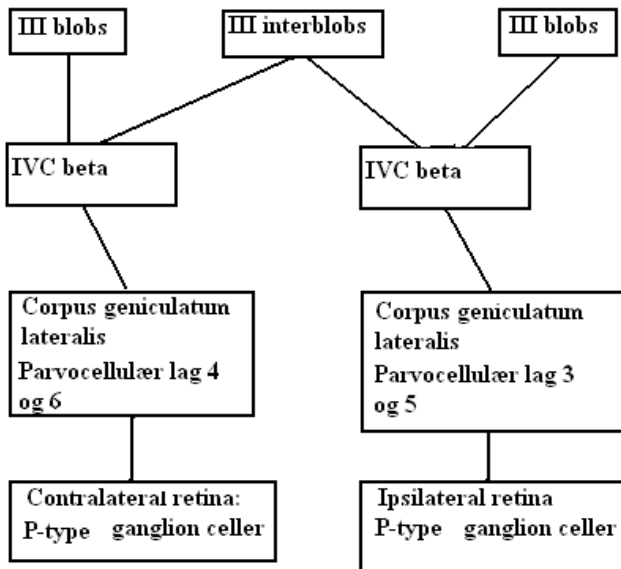
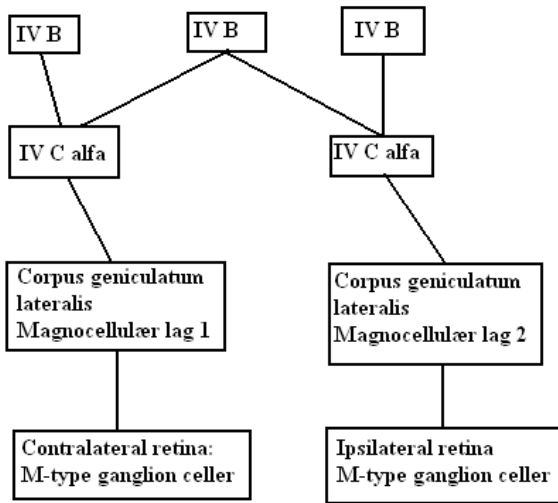
Definition på receptive felter: Det område i omverdenen, som interesserer det pågældende neuron. En normal størrelse for et receptivt felt er 1° . Dog vokser de receptive felter jo længere ind mod V1 man bevæger sig.

Input til synsbarken: fra corpus geniculatum lateralis → synsbarken:

Magnocellulære lag → IV C α (M-channel)

Parvocellulære lag → IV C β (P-channel, se senere)

Parallel pathways:



The M channel (magnocellulære kanal):

Funktion: opfange et objekt's bevægelse og dennes retning.

Forløb: Magnocellulære lag → IV C α

Simpel celle:

4. Neuron i V1's lag IVC α
5. Orienteringsselektive
6. Får information fra flere neuroner i magnocellulære lag af corpus geniculatum lat, de opnår altså større receptive felter.¹
7. Får kun information fra enten venstre eller højre retina

Orienterings selektivitet:

Simpel-celler udviser orienterings selektivitet. Dvs. objekt-bevægelsen (i form af lys eller skygge) skal ramme de 3 receptive fields i en bestemt retning, langs med receptive fields længderetning.

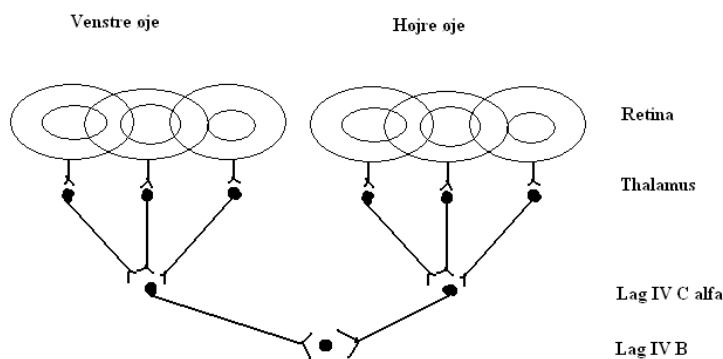
De 3 receptive fields er enten ON eller OFF center med antagonistisk surround.

Binoculære celle (uden for pensum)

- Neuron i V1's lag IVB
- Modtager information fra både venstre og højre retina via simpelceller → binoculare receptive felter
- Udviser retningsselektivitet

Retnings-selektivitet:

Binocular celler i lag IVB udviser retnings-selektivitet. Dvs. at lys/skygge bevægelsen skal komme ind i en bestemt retning.



Orienterings søljer:

Søljer af simple og binoculare celler, som genererer impulser ved en helt bestemt bevægelse af lys. Dermed kan man retningsbestemme ting.

¹Fx:

3 receptive fields i orbita → 3 ganglion M-celler i orbita → 3 neuroner i magnocellulære lag af corpus geniculatum lateralis → Simpel celle i V1

P-IB Channel (parvocellulære kanal for interblobs):

Funktion: analyse af et objekts form

Forløb: Parvocellulære lag → IV C β → lag III, interblobs

Complex cells:

- Neuron i V1
- Er binoculare
- Retningsselektive (=bevægelsessensitive)
- Har store receptive fields, men har ikke de karakteristiske ON-OFF center-surround, men reagerer mere på retningen af et bestemt objekt. Dvs. complex celler fyrer, hvis et objekt bevæger sig i den rigtige retning ind over dens receptive field (den fyrer altså ikke kun, hvis objektet er i center zonen).
- Muligvis ansigtsselektive?

Receptive field



Farvesyn:

Farveopponens:

Der er farveopponente gangliaceller med et receptivt felt inddelt i farver (fx ON: rød, OFF: grøn)

Blobs:

Indeholder farvefølsomme celler → analyse af et objekts farver.

Bølgelængde følsomme og monoculære.

Receptive fields er cirkulære med forskellige farver for center-surround.

Videre bearbejdning i hjernebarken:

Bearbejdningen af synsindtryk foregår i en række centre

- V1: Al synsinformation
- V2: Al synsinformation
- V3: Al synsinformation
- V4: Farve bearbejdning
- V5: Bevægelses bearbejdning

Der er 2 synsinformationsstrømme, som fra V3 løber mod enten parietallappen (isselappen) og eller mod temporallappen (tindingelappen):

- *Parietallappen (isselappen):*
 - Har med positions- og bevægelsestolkning at gøre.

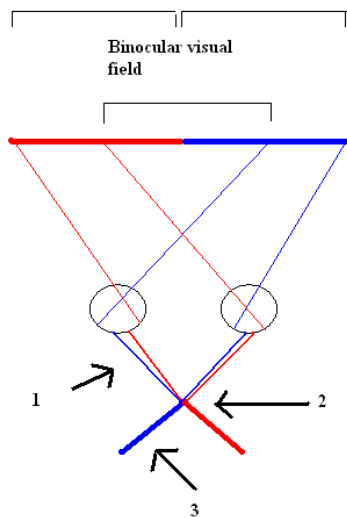
- Her ligger V5
- Modtager information fra M-systemet, som er hurtigt
- *Temporallappen (tindinge lappen):*
 - Har med farve- og detalje tolkning at gøre.
 - Her ligger V4
 - Modtager information fra P-systemet, som er langsommere

Tolkningen af synsindtryk (her tænkes især på fx genkendelse af ansigter) foregår af flere celler, som ligger flere forskellige steder.

Klinik vedr. centrale synsmekanismer:

Læsioner:

Left visual hemifield Right visual hemifield



- **Situation 1:** Beskadiget venstre n. opticus → Yderste af venstre visual hemifield mistes, altså den information, som venstre n. opticus er ene om at levere.
- **Situation 2:** Brud på chiasma opticum → ingen overkrydsning → kun binocular sight bevares (kaldes *heteronym hemianopsi*)
- **Situation 3:** Brud på venstre tractus opticus → hele højre right visual hemifield mistes (kaldes *homonym hemianopsi*)

HØRELSE:

Lyd:

- Lydstyrke
- Menneskets høretærskel = $20\mu\text{Pascal}$
- Lydtryk måles i dB:
- $\text{dB} = 20 \cdot \log(\text{lydtrykkets amplitude/høretærskel})$
- Der eksisterer et vist frekvens interval, som mennesket kan opfange lyde i.
- Desuden findes der et høreområde (OBS: taleområde), som afgrænses af en nedre perceptionsgrænse og en øvre perceptionsgrænse.

Mekanisk lydforstærkning:

Der sker et tab af lydtrykket, når lyden går fra luft til væskeoverflade på ca. – 30 dB

Kompensation skaber en forøgelse af lydtrykket på 37 dB via:

- Meatus acusticus externa: skaber resonans
- Øreknoglerne amplificerer lydets kraft på trommehinden op, så kraften på det ovale vindue er 15 gange større via:
 - Arealforskellen mellem trommehinden og det ovale vindue → amplifikation
 - Øreknoglerne virker via vægtsstangsprincippet → amplifikation

Membrana basilaris' reaktion på lyd:

De mekaniske egenskaber er forskellige langs membrana basilaris:

- Stivheden: stiv mod basis, elastisk mod apex
- Bredden: smal ved basis, bred ved apex → 1:5
- Hvert stykke af membrana basilaris er sensitiv for en bestemt frekvens, hvor den høje frekvens opfanges bedst ved basis, mens den lave frekvens opfanges bedst ved apex.

Hårceller:

Der findes både ydre og indre hårceller. Antal: Ydre hårceller > indre hårceller (3:1)

Indre hårceller:

- Lydtransduktion
- Transformation

Ydre hårceller:

- Forstærkning
- Filtrering

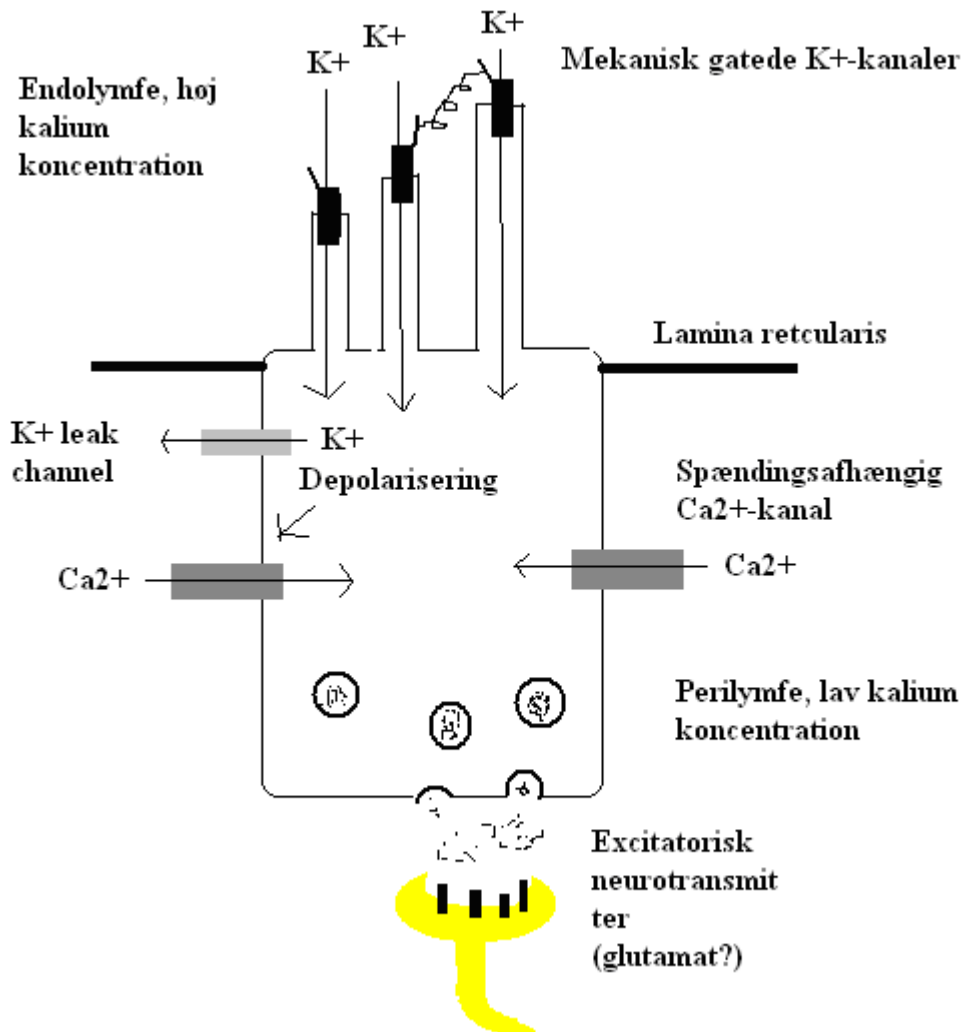
Indre hårcellernes virkningsmekanisme:

- Lyd →
- Bevægelse af membrana basilaris
- Bevægelse af membrana tectoria
- Hårcellernes stereocilierne bevæges (der findes ydre og indre hårceller)
- Tipning af stereocilierne i den rigtige retning → Åbning af mekanisk gatede K^+ -kanaler²

² Mekanisk gatede K^+ -kanaler sidder på stereocilierne (afhængig af tipningsvejen åbnes eller

- Indstrømning af K^+ -ioner pga. den specielle elektrokemiske gradient
- Depolarisering af hårcellen
- Influx af Ca^{2+} via de spændingsafhængige Ca^{2+} -kanaler
- Frigivelse af neurotransmitter (glutamat) til synapsespalten

Nedenstående figur viser situationen for den enkelte indre hårcelle:



OBS:

K^+ -koncentrationerne i hhv. endolymfe, i hårcellen, og i perilymfe:

$$[K^+]_{\text{endolymfe}} > [K^+]_{\text{hårcellen}} > [K^+]_{\text{perilymfe}}$$

→ kemisk gradient, som favoriserer K^+ udsivning fra hårcellen til perilymfen, hvilket sikrer cellens overlevelse samt hurtig normalisering efter en depolarisering og neurotransmitter frigivelse.

Ydre hårcellers funktion

lukkes de → depolarisering eller hyperpolarisering)

De ydre hårceller laver Cochlear amplifikation, hvilket sikrer større udsving af membrana basilaris ved en lyd → sikrer generering af flere nerveimpulser fra de indre hårceller:

Virkningsmekanisme:

- De ydre hårceller har specielle motorproteiner, som gør at den ydre hårcellen bliver et specialiseret kontraktilelement.³
- Ved influx af K^+ via de mekanisk gatede K^+ -kanaler, sker der en depolarisering, som aktiverer motorproteinerne
- De ydre hårceller kontraherer sig → øger udsvinget af membrana basilaris i det pågældende frekvensområde, som lyden var i → dynamisk forstærkningseffekt af lyden

Antibiotika kan medføre høretab. Dette skyldes at de ydre høreceller beskadiges → ingen dynamisk forstærkningseffekt af lyden.

Høretabet kan ikke kompenseres vha. et høreapparat, da selvom lydtrykket kan transformeres op, så vil patienten have svært ved at opfange komplekse lyde / tale.

De centrale hørebåner:

- Cortis organet
 - n. cochlearis
- Nuclei cochleares (ligger dorsolateralt i den rostrale del af medulla oblongata)
- Bilateral afgivelse til nucleus olivaris superior
 - Ascenderer som lemniscus lateralis
- Colliculus inferior
 - Brachium colliculi inferioris
- Corpus geniculatum mediale
 - Radiation acustica
- Auditorisk cortex

Neuronernes egenskaber:

Har en karakteristisk frekvens = den frekvens, hvor neuronet fyrer flest AP
Længere oppe i de centrale hørebåner bliver det mere komplekst

Afkodning af lyden:

Stimulus intensitet:

højere intensitet →

- membrana basilaris' svingninger får større amplitude i det pågældende frekvensområde → hårcellen fyrer mere
- membrana basilaris får svingninger over et større område → aktivering af nabohårceller → flere aktiverede hårceller

tonotopi:

Systemisk organisation efter frekvens (~basilaris' svingninger) i en auditorisk struktur (fx auditorisk cortex)

³ Består IKKE af aktin og myosin, da disse er for langsomt kontraherende

Phase locking:

Konstant firing fra en celle i den samme fase af en lydbølge ved lydbølgens frekvens eller i en selvstændig frekvens.

- *Volley principle:* Flere neuroner fyrer i hver deres phase-locked manner, dvs. der bliver fyret ve hver lydbølge.

Lave frekvenser → phase locking

Mellem frekvenser → phase locking samt tonotopi

Høje frekvenser → tonotopi

Lydløkalisering i horizontalplanet:

Duplex theory of sound location:

- Interaural time delay: [t] det tager inden begge ørers rammes af lyden udnyttes
- Interaural intensity difference: Højfrekvens lyde laver en skygge bag hovedet, hvor der ingen lydintensitet er.

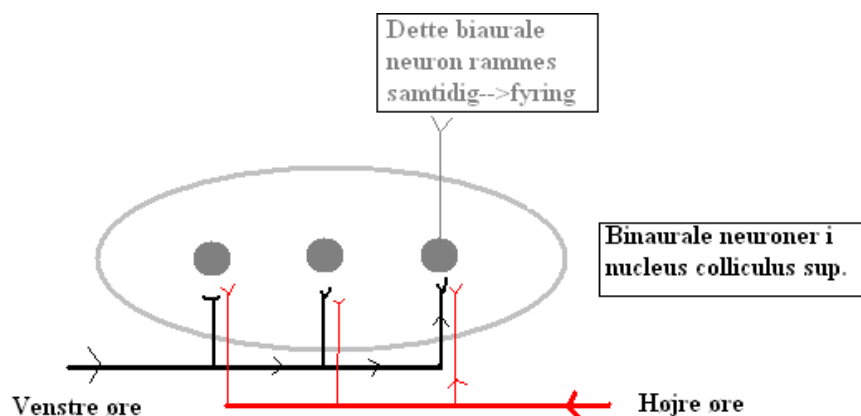
Monoauralt neuron: modtager information fra kun et øre

Binauralt neuron: modtager information fra begge ører

Virkningsmekanisme for interaural time delay:

Fx i nucleus olivaris sup:

- Binaurale neuroner, som er sensitive overfor time delay i aktionspotentialerne
- Aktionspotentialer fra hver sit øre rammer de binaurale neuroner på forskellige tidspunkter
- Det binaurale neuron, hvor der sker et summations EPSP (altså impuls fra begge ører samtidig) genererer et AP
- Hvert binaurale neuron er relateret til et bestemt punkt i det horizontale plan. Dvs. hvis binaurale neuron X aktiveres, så kommer lyden fra stedet X i det horizontale plan.
- Da phase locking er en nødvendighed for ovenstående, kan interaural time delay kun bruges ved lav frekvens lyd.



Virkningsmekanisme for intensitets differens:

Der findes neuron typer EE og EI.

EE: Der sker en excitation ved lydintensitet kommede fra begge ører

EI: Der sker kun en excitation ved lyd til et øre, mens EI inhiberes hvis lyden intensiteten rammer det andet øre.

Dermed kan lyden lokaliseres.

Lydlokalisering i vertikalplanet:

Øremuslingens form gør dette muligt.

Ud fra den direkte lyd, som rammer trommehinden og den indirekte lyd, som reflekteres indtil trommehinden via øremuslingen, kan lyden lokaliseres i vertikalplanet.

Auditorisk cortex:

A1: kolloorganiseret i forhold til frekvens

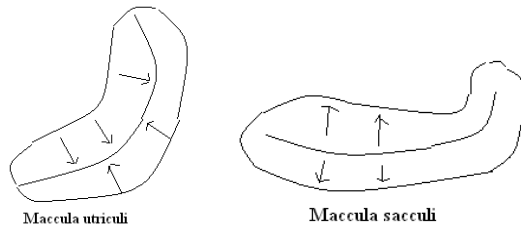
Ligevægtssans:

Statokoniesækkene

Består af Sacculus og utriculus

Macula sacculi: vertikalt orienteret.

Macula utriculi: horizontalt orienteret



Funktion: registrerer hovedvipning og lineær acceleration.

Virkningsmekanisme:

- Ved fx hoved-tipning →
- Statokoniemembran (krystaller med høj densitet) bevæger sig i samme retning som bevægelsen
- Geleagtige substans bevæges i samme retning
- Hårcellernes kinocilierne strækkes → generering af AP → information til CNS omkring hovedets position

De semicirkulære kanaler (de hindede buegange):

Funktion: Registrering af angulær acceleration; fx rysten/drejning af hovedet

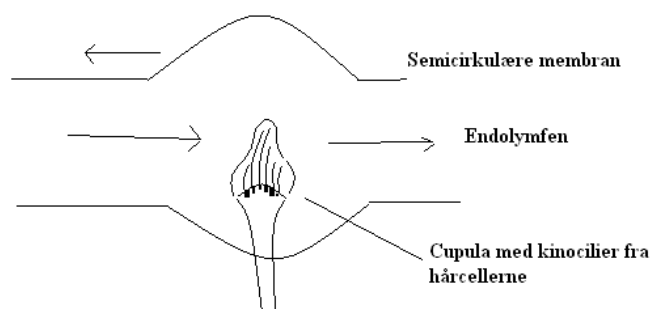
Består af 3 buegange:

- anterior (langs pars petrosas længdeakse)
- posterior (på tværs af pars petrosaa længdeakse)
- lateral (vinkelret på de to andre buegange)

Ampulla med hårceller og kinocilier, som er lejret i en cupula bestående af en gele. I de hindede buegange findes endolymfe.

Virkningsmekanisme:

- Angulær acceleration
- Den semicirkulære kanals membran accelererer i samme retning
- Endolymfen halter bagefter, da endolymfen ikke accelererer ligeså hurtigt
- Cupula og kinocilierne bøjes → generering af AP



Counterrotation:

- Hvis rotationen fortsætter (30 sek) ved konstant fart, vil endolymfen og den semicirkulære kanal følges ad og der fyres ikke – Sker fx i tivoli's forlystelser
- Når rotationen så stoppes, vil endolymfen bevæges i modsat retning → generering af modsat respons

Centrale vestibulære pathways

Formål: via input fra ligevægtsorganerne, cerebellum og synet kan en række reflekser forløbe, som sikrer øjnenes fokusering på et objekt, stabilisering og balance af kroppen og hovedet.

- *Input:*
 - Til nucleus vestibularis fra ligevægtsorganerne (n. VIII), cerebellum (proprioception) og fra synsbanerne om kroppens stilling.
- *Output:*
 - Output fra nucleus vestibularis:
 - VOR: vestibulo-oculære refleks
 - VCR: vestibulo-cervicale refleks
 - VSR: vestibulo-spinale refleks

Kontrol af øjnenes stilling:

- Øjenbevægelser:
 - Konjugerede
 - Sakkade: selektiv indhentning af visuelinformation via en hurtig bevægelse, som ikke opfattes sløret
 - Følgebevægelser
 - Diskonjugerede
 - Vergens
- Blikstabilisering

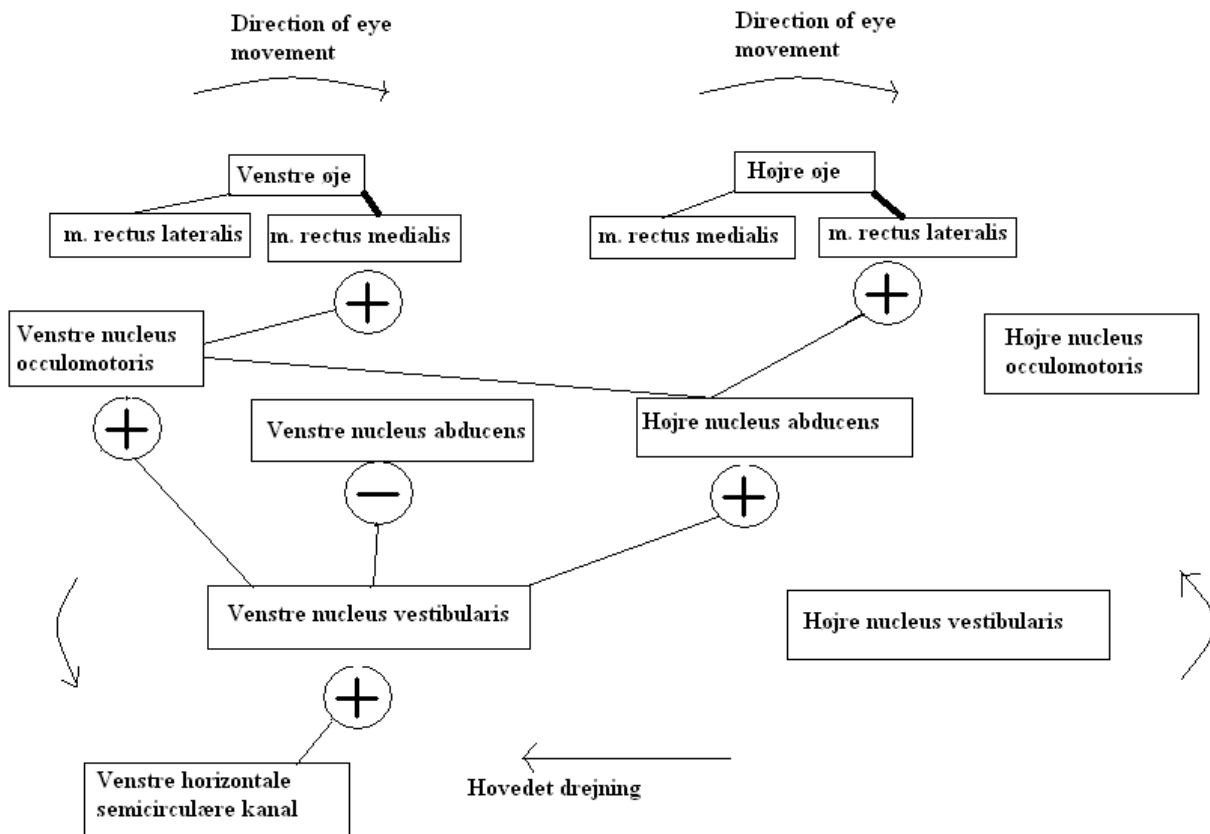
Optokinetisk nystagmus: en langsom følgebevægelse efterfulgt af en hurtig sakkade. Fx når man kigger ud af vinduet, når man kører tog.

Den vestibulo-okulære refleks:

Formål: Formålet er at sikre at et objekt holdes indenfor fovea (blikstabilisering)

Virkningsmekanisme:

På nedenstående oversigt er kun det aktiveredes side indtegnet, den inhiberedes side er undladt for overblikkets skyld.



Spinale mekanismer for motorisk funktion:

α -motor neuron:

α -motor neuron

Motor unit = α -motor neuron + muskelfiber

Spinalkontrol af motor units:

Muskelten:

- Funktion: monitorerer muskellængden
- Lokalisering: I musklen
- Opbygning: En række parallelle muskelfibre, af typen intrafusale fibre, indbundet i en fibrøskapsel, som er innerveret af sensoriske Ia axoner, som sender proprioceptiv information til rygmærven.

Intrafusale muskelfibre:

- Findes i muskeltenen.
- Innerveres af γ -motor neuroner.
- Funktion: Skal sikre sig at muskeltenen har samme længde som de omgivende muskelfibre, så muskeltenen derved kan sende up-to-date information om musklens længde.
- γ -loop: γ -motor neuron \rightarrow intrafusale muskelfiber \rightarrow sensorisk Ia fiber \rightarrow α -motor neuron \rightarrow extrafusale muskelfiber

Extrafusale muskelfibre:

8. Alle andre muskelfibre i musklen, altså muskelfibre uden for muskeltenen.
9. Innerveres af α -motor neuroner

The Myotatic reflex:

- Formål: Aktion i henhold til proprioceptiv-information
- Virkningsmekanisme: Stræk af en muskel (stræk af muskeltenen) \rightarrow aktivering af Ia neuronet \rightarrow aktivering af α -motorneuronet \rightarrow kontraktion af musklen

Monosynaptisk refleksbue: Kun en synapse (sensoriske Ia axon synapser med motoriske α -motor neuron i rygmærven)

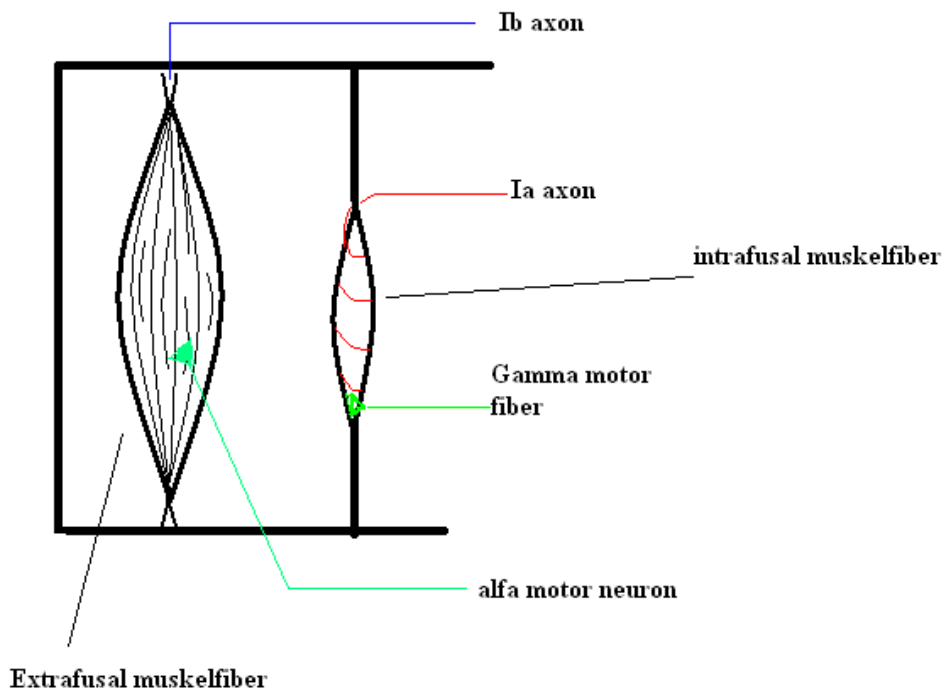
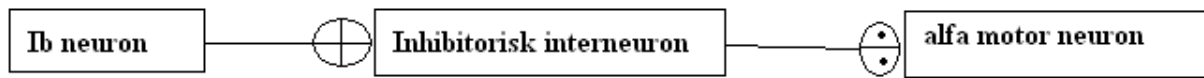
Seneten (Golgi tendon organs):

- Funktion: monitorerer muskelspændingen
- Lokalisering: mellem senen og musklen
- Opbygning: Opbygget af en serie af kollagene fibre, som innerveres af Ib afferente neuroner

Den omvendte myotatiske refleks (the reverse myotatic reflex)

Formål: Regulering af muskelkraft inden for det mest optimale område, især ved finmotorik ved fx genstandsmanipulation med hånden.

Virkningsmekanisme:



Reciprok inhibition:

Ved en myotatiske refleks sker der via et inhibitorisk interneuron en inhibering af antagonisten til den aktiverede agonist.

Benyttes desuden ved en voluntær kontraktion, da de samme inhibitoriske interneuroner sikrer at inaktivere antagonist (dvs. man undertrykker antagonistens myotatiske refleks) til den agonist, man gerne vil have aktiveret.

Fleksor refleksen:

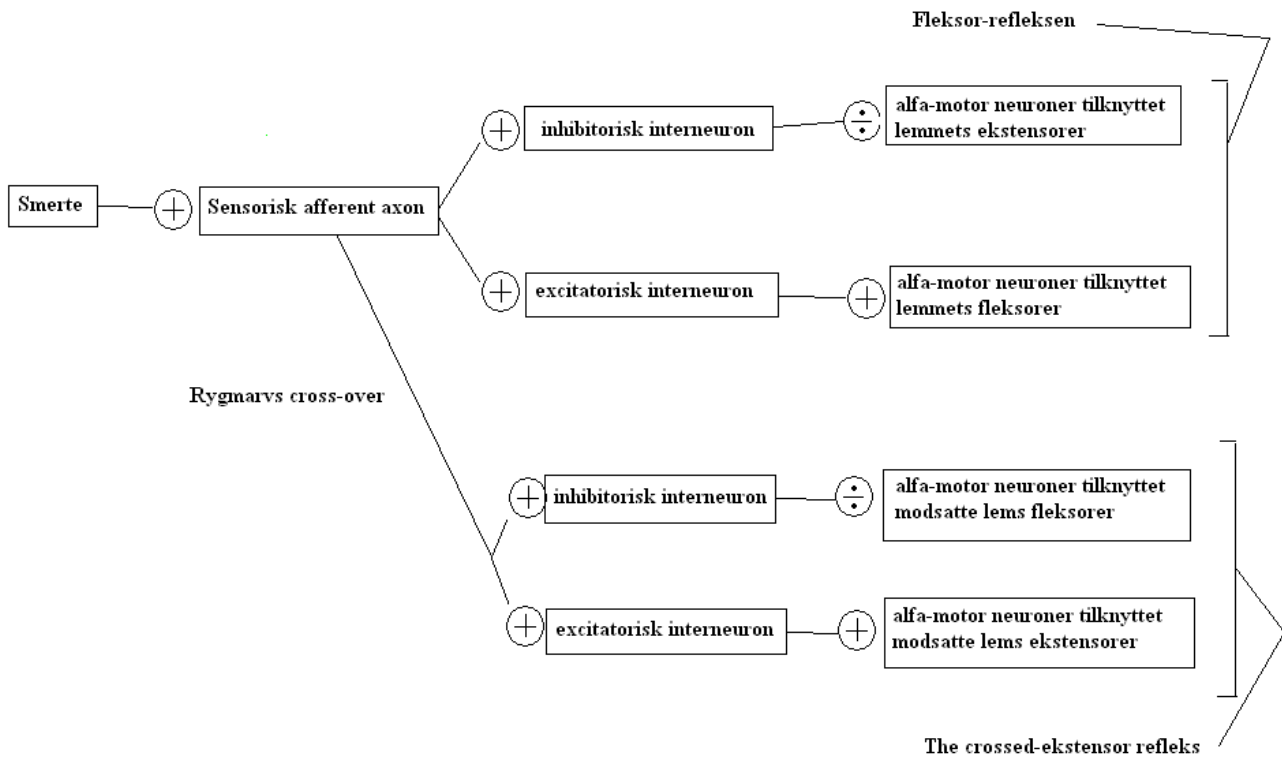
Formål: trække et lem væk fra et smerteforvoldende stimulus

Virkningsmekanisme: Der er en del interneuroner inde over, da det er mange α -motor-neuroner, der skal aktiveres. Så fleksor refleksen er langsommere end den myotatiske refleksbue.

The-crossed ekstensor refleks:

Formål: at holde balancen og sikre det modsatte bens fodfæste, når fleksorrefleksen aktiveres i modsatte side.

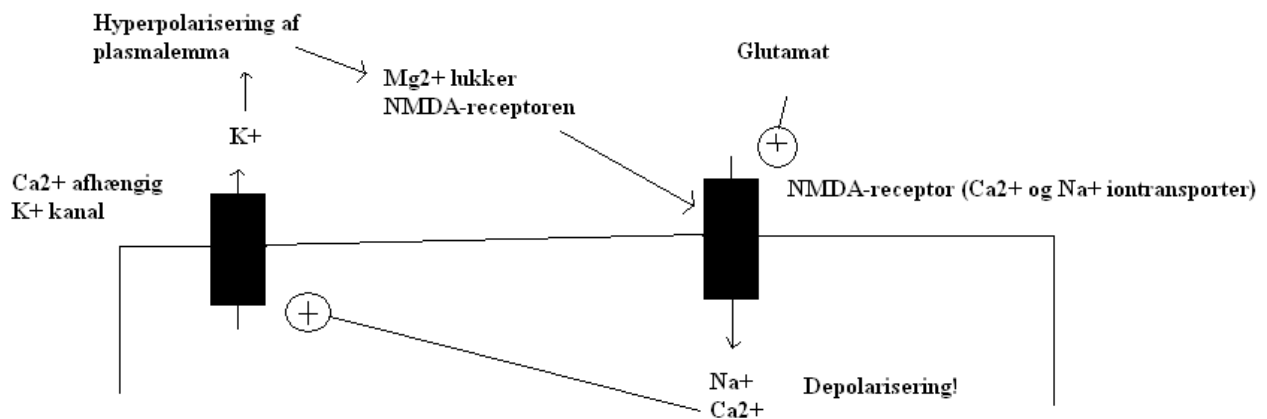
Virkningsmekanisme: Der sker en cross-over i rygmarven, hvorved inhibitoriske interneuroner inaktiverer modsatte bens fleksorer og excitatoriske interneuroner aktiverer modsatte bens ekstensorer.



Spinal motor programmer resulterer i gang:

Lokomotion: Kan koordineres fra rygmarven af, uden input fra hjernen.

Rytmsk aktivitet i et spinal interneuron:



- Glutamat tilførsel åbner NMDA
- NMDA transporterer Na^+ og Ca^{2+} over plasmalemma i interneuronet
- Ca^{2+} aktiverer en Ca^{2+} afhængig K^+ kanal
- K^+ diffunderer ud af interneuronet \rightarrow hyperpolarisering

- Hyperpolariseringen favoriserer at Mg^{2+} løber igennem NMDA og lukker NMDA
- Ved fortsat tilførsel af glutamat startes en ny cyklus. Dvs. interneuronet kører i cyklus mellem depolarisering og hyperpolarisering.

Gang:

Består af The-crossed extensor refleks samtidig med et udviklet netværk af interneuroner, som kører mellem aktivering og inaktivering ligesom ovenstående rytmiske interneuron
Dermed får cyklusser af aktivering af fleksor og ekstensormuskulaturen i et ben, mens det omvendte sker i modsatte ben. Desuden kommer modsatte svingninger med armene med.

Supraspinale mekanismer for motorisk funktion:

Descenderende baner i spina:

- Lateral pathways:
 - Tractus corticospinalis~tractus pyramidalis
 - Tractus rubrospinalis: lille funktion hos mennesket
- Ventromediale pathways:
 - Tractus vestibulospinalis: information omkring balance fra de vestibulære gange
 - Tractus tectospinalis: information fra retina via superior colliculus
 - Pontine reticulospinal tract: Øger antigravitets reflekserne
 - Medullary reticulospinal tract: Nedsætter antigravitetsreflekserne

Planlægning af en bevægelse i cortex:

- Area 4 - Primær motorisk cortex – M1: præcentrale gyrus med somatotopisk map for motoriske bevægelser
- Area 6: Område for tillærte, komplekse, distale motoriske bevægelser
 - PMA, premotor area: Udsender axoner, som synapser med reticulospinale neuroner
 - SMA, supplementary motor area: Udsender axoner direkte til distale motor units
- Parietalt område: 2 områder som får information fra somatosensorisk område og fra højere visuelle kortikale områder.
- Præfrontale cortex

Forsøg viser, at der inden udførelsen af en på forhånd bestemt bevægelse er aktivitet i area 6.

Apraxia: Evner ikke at udføre komplekse motoriske bevægelser

Mirror-neuroner: Hvis en person ser at en anden person udfører en bevægelse som er relateret til fødeindtag, aktiveres den motoriske homunculus i de områder, som hvis personen selv udførte den, såkaldte mirror-neuroner.

Basal ganglier:

Funktionelt sammenkoblet gruppe af kerner, der ligger i di- og mesencephalon.

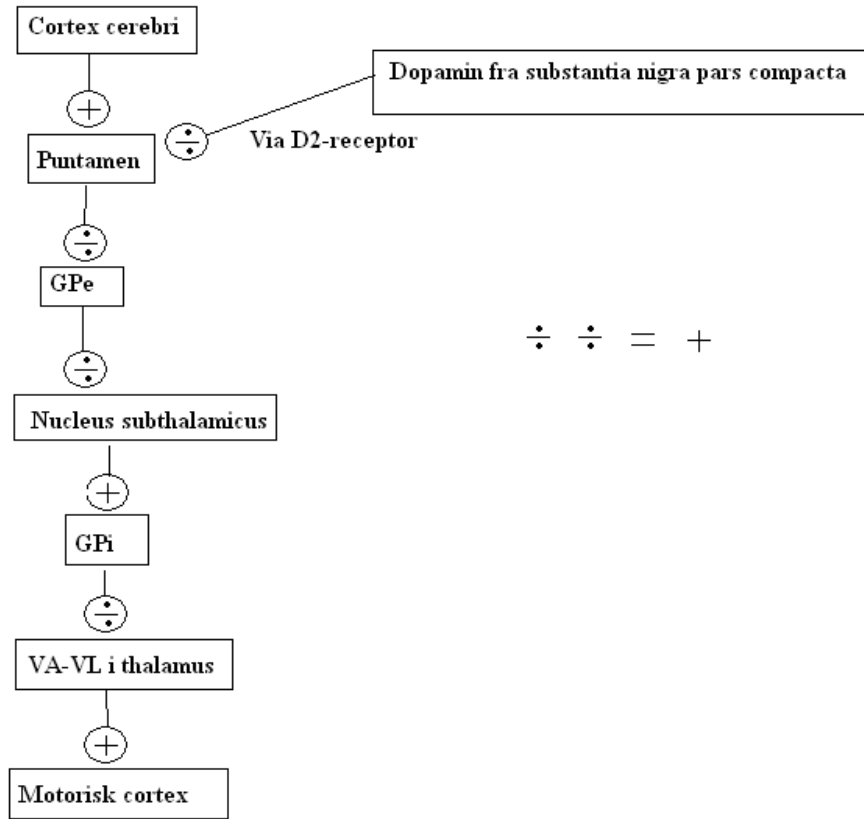
I relation til nedenstående 2 skitser over det direkte og indirekte kredsløb, som basalganglierne deltager i:

- Glutamate er den excitatoriske neurotransmitter.
- GABA er den inhibitoriske neurotransmitter
- Den direkte bane exciterer motorisk cortex (inhiberer VA-VL, som inhiberer til motorisk cortex)
- Den indirekte bane inhiberer motorisk cortex (exciterer VA-VL som inhiberer motorisk cortex)

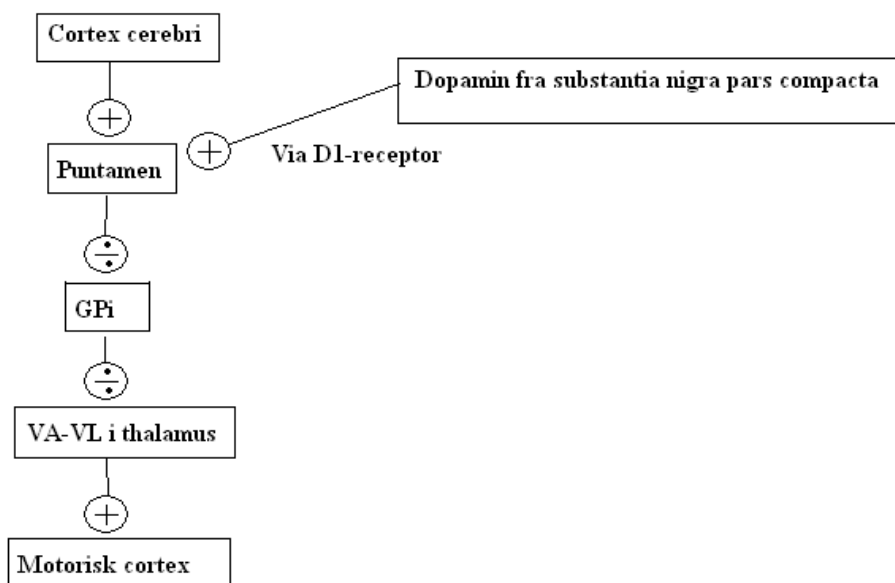
Parkinsons: Ved Parkinsons forgår substantia nigra pars compacta, hvilket resulterer i at der ikke er dopamin tilstede i substantia nigra. Dopamin tilstedeværelsen i substantia nigra er nødvendig for normal funktion af den direkte og indirekte bane. Ubalance gør at den direkte bane vil mangle excitationen fra dopamin og vil så fungere svagere, mens den indirekte bane ikke længere vil hæmmes af

dopamin (pga. deres to forskellige dopamin receptorer). Dette at VA-VL vil exciteres, hvilket inhiberer motorisk cortex. Dermed vil viljestyrede bevægelser være svære at lave.

DEN INDIREKTE BANE



DEN DIREKTE BANE



Primær motorisk cortex:

SMA → M1

M1: indeholder pyramidal-celler → inddelt i motorisk homunculus

Får information fra area 6, somatosensorisk cortex, cerebellum (via thalamus).

Motorisk homunculus:

2. Hver muskel er repræsenteret flere forskellige steder inden for det pågældende område af homunculus (fx m. biceps brachii er repræsenteret forskellige steder i delen af homunculus, som hører til armen)
3. Hver enkelt corticospinale celle projicerer til mange muskler (som regel muskler som arbejder i synergi sammen)
4. Populationen af corticospinale nerveceller koder retningen af bevægelsen
5. Visse kortikale celler koder kontraktionskraft for musklen eller muskelgruppen.
6. Plasticitet; øge visse områder i relation til indlæring af fx finmotorik. ("øvelse gør mester" → ændring i sin homunculus)

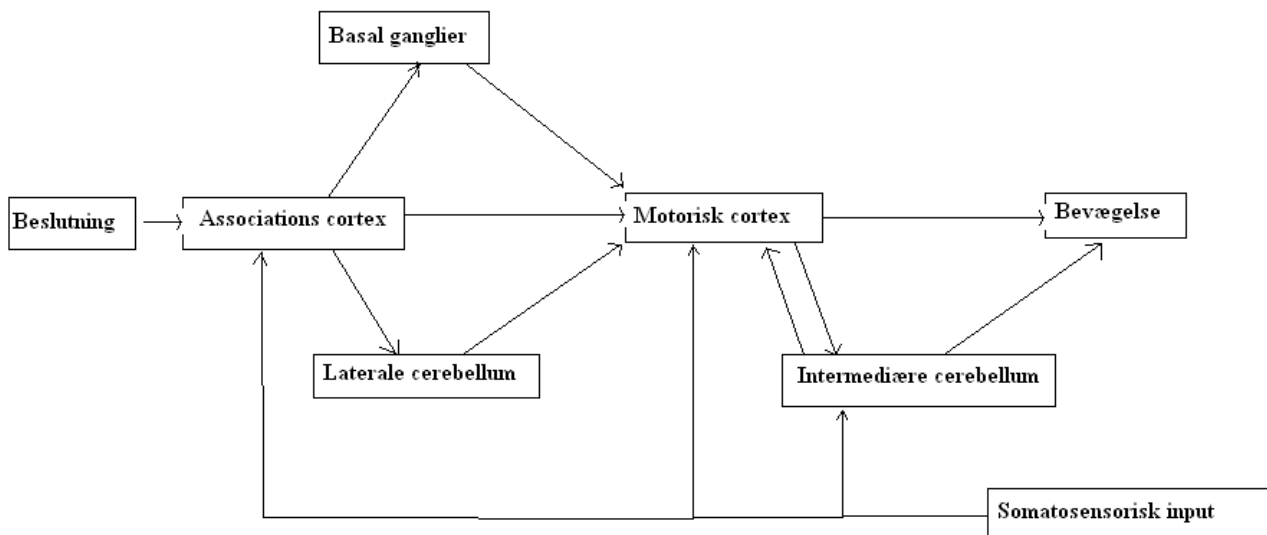
Cerebellum:

Cerebellums funktion: Planlægning og udførelse af frivillige multiledsbevægelser. Desuden er det et vigtigt center for "motorisk hukommelse".

Ataxia: læsioner i cerebellum førende til ukoordinerede og upræcise bevægelser

Dyssynergia: Umuligt for pt at lave samtidig multi-ledsbevægelser

Cerebellums rolle i generering af en bevægelse:



Klinik:

Slagtilfælde:

- Contralateral svær parese
- Nedsat bevægelseshastighed
- Ingen finmotorik
- Positiv Babinski

Selektiv skade på pyramidebanerne:

- Let parese
- Nedsat bevægelseshastighed
- Ingen finmotorik
- Positiv Babinski

Spasticitet:

- Hyperaktive strækreflekser
- Klonus

Parkinsons ~ hypokinetisk:

- Hvile-tremor
- Rigiditet ("tandhjulsbevægelser" af ekstremiteterne)
- Postural instabilitet

Huntingsson chorea ~ Hyperkinetisk

- Ufrivillige vridende bevægelser
- Endsidige symptomer ved hemiballisme

Hjernens rytmer:

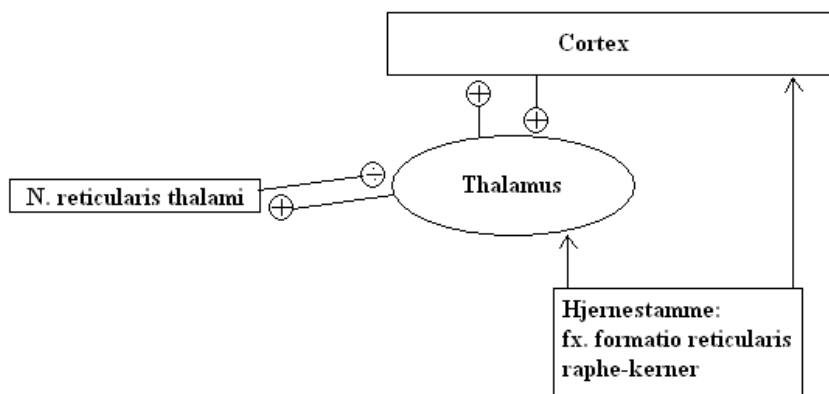
EEG:

EEG'et opstår som summerede ekstracellulære potentialer. Dvs. der måles på neuronernes synaptiske aktivitet i neocortex, hvor graden af synkronisering mellem neuronerne giver EEG's frekvens og amplitude.

- Synkronisering mellem neuronerne giver lav frekvens og stor amplitude.
- De-synkronisering mellem neuronerne giver høj frekvens og lav amplitude

Generering af EEG:

EEG genereres som sagt af den synaptiske aktivitet i neocortex. Neocortex står i forbindelse med thalamus, hvor der sker en konstant indbyrdes excitation. Desuden er der en forbindelse til hjernestammen, som modulerer EEG rytmen. Det er især den ascenderende forbinelse fra thalamus, der er vigtig. Dvs. et EEG er udtryk for både cortex, thalamus og hjernestammens synaptiske aktivitet.



EEG's bølger inddeles i

- γ -bølger: >30 Hz Form for vågen tilstand? (uden for pensum)
- β -bølger >14 Hz Aktiveret cortex
- α -bølger = 8-13 Hz Vågen tilstand
- θ (theta)-bølger = 4-7 Hz Søvn
- δ -bølger < 4 Hz Dyb søvn

Epileptiske anfald:

- Generaliseret epileptisk anfald: inddrager hele cortex cerebri i begge hemisfærer. Hos voksne kan der ses voldsomme kramper, mens hos børn ses der ingen kramper blot fraværende blik.
- Partielt epileptisk anfald: inddrager kun et område af cortex cerebri eller temporallap

Dannes pga. voldsomme excitatoriske sløjfer. Derfor hæmmes epileptiske anfald af GABA antagonist.

Symptom i mange kliniske sammenhænge; tumorer, infektion, metabolisme sygdomme, etc.

Søvn:

~søvn er et stadie, hvor man har reduceret respons og interaktion med omgivelserne, men som er reversibel.

Funktionelle stadier:

- REM søvn = rapid eye movement sleep:
 - Drømme ("aktion drømme")
 - 25 % af søvnen er i dette stadie
 - immobilisering
 - Hurtige øjenbevægelser
 - Hjernen har et højt energiforbrug
 - Erektion af kønsorganerne
- Non-REM sleep:
 - Til tider drømme ("langsommelige drømme")
 - 75 % af søvnen er i dette stadie
 - til tider ufrivillige bevægelser
 - EEG: lav frekvens, høj amplitude → Voldsomme excitatoriske sløjfer
 - Hjerneaktiviteten er lavest her
 - Hjernen har et lavt energiforbrug

Søvn cyklus:

REM (25%) og non-REM (75%)

90 min cyklus (ultradian rytme)

Stadie-inddeling

Rækkefølgen af stadier under søvn:	EEG	Perioden tidslængde
Vågen	α og β	-
Stadie 1, non-REM	θ (Theta-rytme)	Få minutter
Stadie 2, non-REM	Sleep spindle med K-kompleks ⁴	5-15 min
Stadie 3, non-REM	δ (lettere dyb)	10 min
Stadie 4, non-REM	δ (meget dyb)	20-40 min
"gentagelse" af Stadie 2	Sleep spindle (generet af en thalamisk pace maker) med K-kompleks	10-15 min
REM	beta-lignende rytme	Optil 50 min sidst på natten

REM søvnen bliver længere sidst på natten, optil 50 min af gangen, imens bliver stadie 3 og 4 kortere.

Søvn længden varierer fra 5-10 timer per nat.

⁴ Spindle: opvoksning af en α -lignende aktivitet, som så falder sammen. K-kompleks er udtryk for en voldsom synkronisering fra thalamus og cortex

Søvnens funktion:

2 teorier:

- Adfærdsmæssig (gemme sig om natten fra predatorerne)
- Stabilisering af hukommelsen (en form for konsolidering). Mest sandsynlige!

Drømmens funktion:

- REM depression under forsøg resulterede i at forsøgspersonerne hyppigere prøvede at komme i REM stadiet.
- Efter REM depressionen gik forsøgspersonerne i såkaldt REM rebound, hvor søvnen var i REM det meste af natten
- REM søvn har muligvis noget at gøre med videre bearbejdning af indlærte færdigheder og bearbejdning af minder. Forsøg viser at man bliver bedre til en indlært færdighed den efterfølgende dag hvis søvnen har været i REM.

Det retikulære aktiveringssystem – vågen tilstand/søvntilstand:

~Ascenderende baner fra hjernestamme, pons og hypothalamus faciliterer thalamo-cortikal transmission og aktivitet.

- Det er det retikulære aktiveringssystem, der er skyld i den vågne tilstand.

Hæmning

10. Det retikulære aktiveringssystem hæmmes af den anteriore del af hypothalamus (ventrolaterale n. preopticus)
11. Hæmning af det retikulære aktiveringssystem resulterer i søvninitiering.

Historien bag:

Von Econoos encefalitis skyldtes en virus som hærgede i årene efter 1. verdenskrig. Virussen læderede enten

- Det retikulære aktiveringssystemsbaner → resulterende i forøget søvnmængde
- De hæmmende baner fra hypothalamus → resulterende i søvnløshed

Circadiske rytmer:

Free-run

- Menneskets indre ur styres af lys/mørke
- Ved ikke tilstedeværelse af lys/mørke (såkaldt zeitgebers) kører det indre ur i free-run, hvor et døgn ca. er 25 timer → ændring i søvnmønster og nedsat kvalitet af søvnen og vågne stadie.
- Zeitgebers holder det indre ur fra at køre på free-run. Zeitgebers betyder tidsgivere; kan være lys/mørke, larm/stilhed, kulde/varme, etc.

Nucleus suprachiasmaticus i hypothalamus:

- Styrer hjernens circadianske rytme
- Får input fra lysfølsomme gangliaceller i retina via axoner

- Outputtet består i en form for frigivelse af små molekyler, som endnu ikke er lokaliseret.
- Rytmen i nucleus suprachiasmaticus genereres ved negativ feed-back mellem et gen og dets produkt (i det lyset rolle samtidig ihukommes)

Højere kortikale funktioner:

Tale og forståelse:

Brocas område:

Venstre frontal lap, foran motorisk cortex's homunculus for munden og tungen

Der er en dominant hemisfære. Hos over 90% er det i venstre hjernehemisfære. Oftest i højre side hos venstrehåndede.

Funktion: Udførsel af tale

Brocas afasi~ikkeflydende afasi: Problemer med at tale, intakt sprogforståelse

Wernicke's område:

Venstre temporallap, lige bag auditorisk cortex

Funktion: Sprog forståelse

Wernicke's afasi~flydende afasi: Ingen sprogforståelse, intakt taleegenskaber

Wernicke-Geschwind Model:

Tidlig model over relationerne mellem Wernicke og Broca. Det er denne model vi skal kunne.

- Ord i form af et visuelt input → primær visuelle cortex → gyrus angularis → Wernicke's område → Brocas område → motorisk cortex → tale
- Ord i form af et auditorisk input → auditorisk cortex → Wernicke's område → via fasciculus arcuata til Brocas område → motorisk cortex

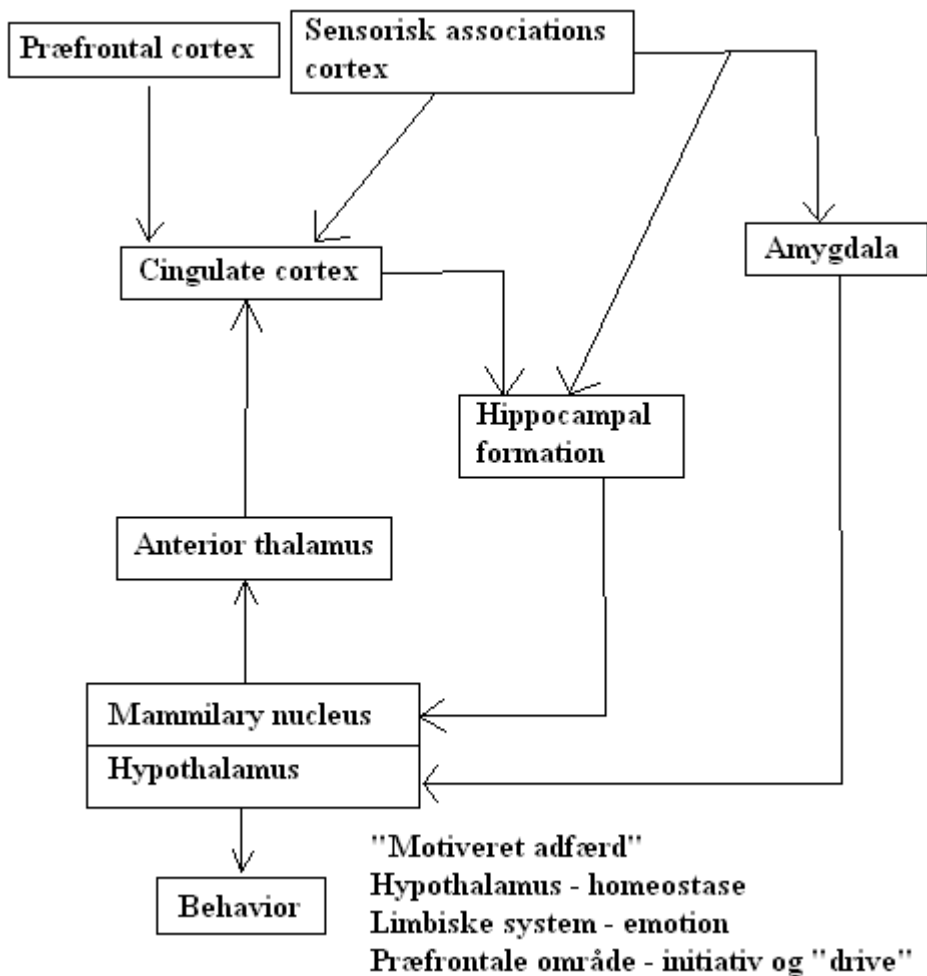
Klinik:

Gennemgang af forskellige læsioner og deres resultat:

Frontallapslæsioner:

- **Det dorsolaterale frontallapssyndrom:** initiativ, adfærdsmæssig fleksibilitet, selektiv opmærksomhed, "working memory" (giver sig til udtryk i form af delayed response tasks).
- **Det orbitofrontale syndrom:** Engagement, interesse, langsigtet planlægning
- **Det mesiale syndrom** (læsion i den mediale del): verbal og motorisk aktivitet, affektive emotionelle aspekter, personlighed (Det ligger jo i nærhed til det limbiske system)

Frontallappens og limbiske systems rolle i adfærd:



Empati:

Centret for empati, medfølelse, ligger højst sandsynligt i insular cortex. Empatien er ikke statisk over for en person, dvs. den kan forsvinde hvis man synes at personen er et dumt svin.

Parietallapslæsioner:

- Spatial orientering (rum- og retningsforstyrrelser)
- Konstruktionsapraksier
- (unilateral) neglekt og "denial" (af fx en lammet ekstremitet eller en del af synsfeltet). Især udtalt ved skader på højre hemisfære.
- Andre typer af apraksier (indlærte motoriske handlinger)
- Visuo-motoriske forstyrrelser (Balints syndrom, involverer oftest også occipitallappen)

Neglekt:

12. Højresidige parietallapsdefekter → konstruktionsforstyrrelse og venstresidig visuel neglekt.
13. Plasticitet forekommer over tid; dvs. at patienten begynder at erkende venstre side igen.
14. Den visuelle neglekt viser sig både når patienten analyserer omgivelserne mens også når patienten tænker på indre billeder.

Balints syndrom:

- Er en visuo-motorisk forstyrrelse.
- Sker ved symmetrisk bilateralt parietal og occital læsioner
- Visuel desorientering og simultan ataksi
- Optisk ataksi
- Okulomotorisk apraksi

Temporallapslæsioner:

Visuelle agnosier (fx genkendelse af ansigter (prosoagnosi), farve bevægelse (akinetopsi), eller bevægelses blindhed)

Sprog

Amnesi (hippocampus → korttids- og langtidshukommelse)

Klüwer-Busy syndromet: hyperseksualitet, spiser alt, frygteløshed, etc.)

Der foregår plasticitet alle steder i cortex. I temporallappen sker der især plasticitet hos hhv. døve og blinde. Her ses det at kortikale områder, som normalt har med synsperception at gøre begynder at blive aktiveret ved hørelse hos blinde. Dvs. de blinde høre syner.

Højre- og venstre hemisfærer:

Vestre hemisfære – dominant

- Afasi, aleksi, agrafi
- Akalkuli
- Apraxi
- Depressiv
- Rationel

Højre hemisfære:

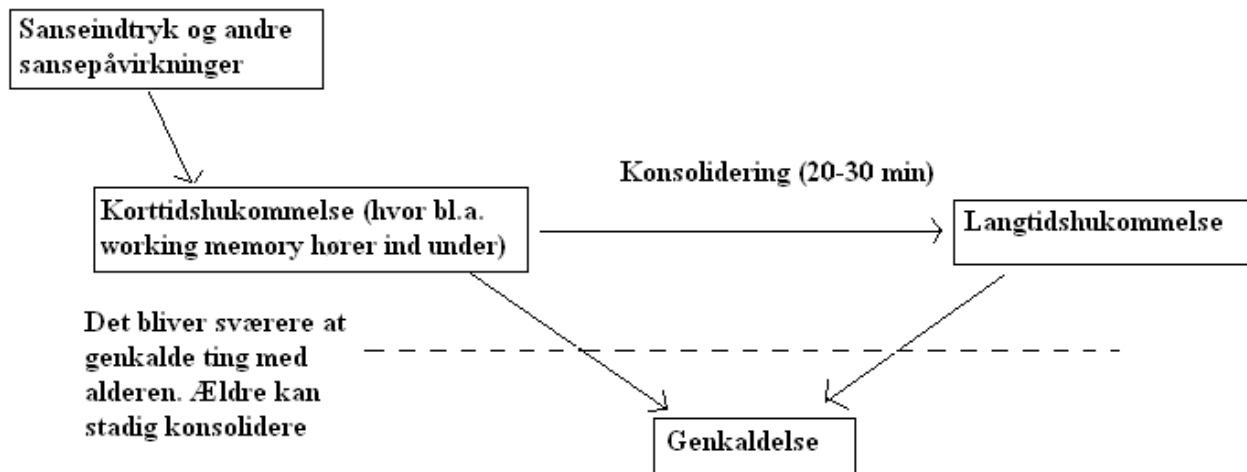
- Rum- og retningsforstyrrelser
- Spatial desorientering
- Neglekt
- Rytme og melodi – også i sproget
- Euforisk stemningsleje
- Intuition

Hukommelse:

Hukommelsesformer:

- **Declarative memory:** Hurtigt etableret, men er labil. Omfatter bl.a. temporallappen.
 - Fakta
 - Begivenheder
- **Nondeclarative memory:** Langsomt etableret, men stabil. Omfatter cerebellum og striatum
 - Procedural:
 - Fysiske færdigheder
 - Vaner
 - Emotionelle respons

Hukommelses indlagring:



Spejlneuroner i frontallappen:

Måske der findes spejlneuroner i frontallappen, som ar med motorik, emotioner og mentale færdigheder at gøre. Man så at sige kopierer omgivelserne.

Amnesi:

Retrograd amnesia

Anterograd amnesia

Transient global amnesia: kortvarig retrograd (dage) og anterograd pga. kortvarig iskæmi i hjernen.

Lokaliteten af hukommelse:

Engram:

~fysiske sted i hjernen hvor information lagres.

Temporallappen: Declarativ hukommelse

- Korttidshukommelse til langtidshukommelse
- Ansigtsgenkendelse (prosopagnosi)

Diencephalon:

- Dannelse af deklarativ hukommelse ved evt. at oplagre informationen i en periode for senere at sende informationen til neocortex.
- Der ses retrograd og anterograd amnesi ved beskadigelse (bl.a. Korsakoffs syndrom =alkohol demens).

Hippocampus:

Spatial hukommelse: Form for visuel (evt. imaginær) navigation igennem et område

- Place cells placeret i hippocampus
- Place cells har et place field hørende til sig.
- Et place field er et fysisk område i omgivelserne
- Place cellerne beror sig på visuelle stimuli, men ved fravær af sensoriske stimuli, beror de sig på en rumlig fornemmelse, hvis man da har været i området før.
- Place cellers place fields er dynamiske, dvs. de tilpasser sig konstant omgivelserne.

Cerebellum og Striatum (= nucleus caudatus + putamen)

- Procedural hukommelse = Fysiske færdigheder og vaner

Amygdala:

- Her ligger evnen til at skabe kort- og langtidshukommelse med emotionelt indhold.

Neocortex:

- Working memory
- Tidsrækkefølge

Parietallap:

- Spatial hukommelse

Virkningsmekanisme for hukommelse

Generelt om langtidshukommelse:

Læring og hukommelse sker ved nydannelse af mikroforbindelser og via øget synapse aktivitet.

Følgende trin sker:

7. Ændring i elektrisk aktivitet pga. præsynaptisk aktionspotentialer
8. Second messenger molekyler aktiveres
9. Ændring i synaptiske proteiners aktivitet via phosphorylering
10. Long-term potentiation (tager 20-30 min, = konsolideringsprocessen)
11. Nysyntese af nye membran proteiner ud fra de ændrede synaptiske proteiner (CREB er en transkriptionsfaktor, som har betydning)
12. Øgning af synapse overfladen
13. → SYNAPSEFORSTÆRKNING

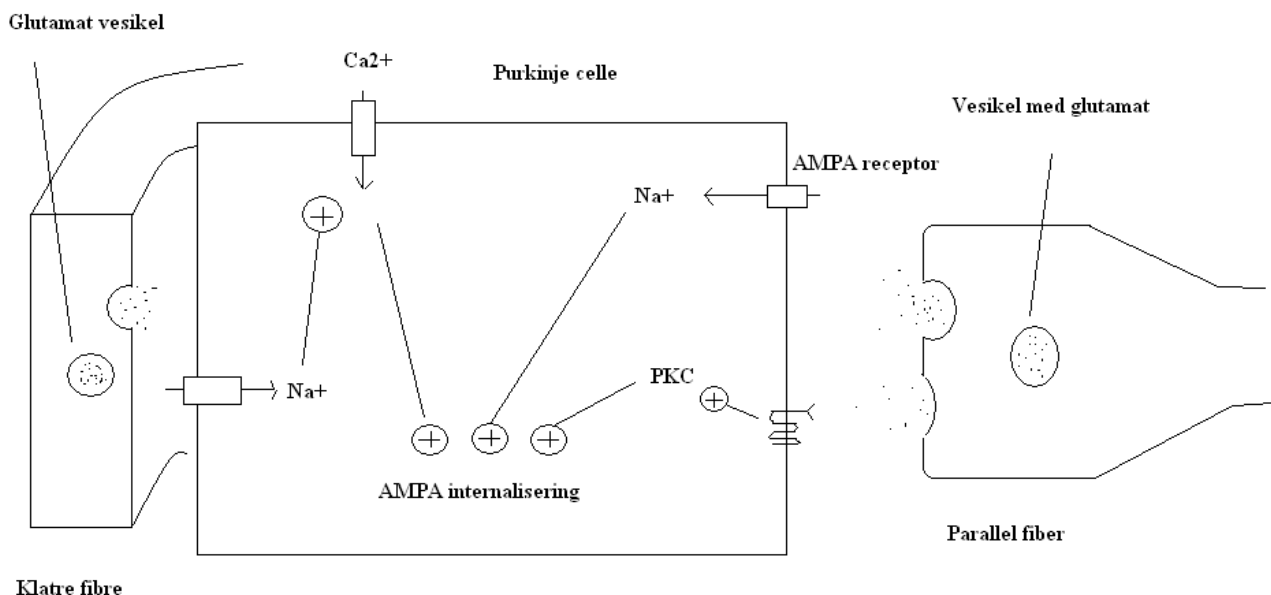
Motorisk indlæring:

Mar-Albus teorien: Der sker plasticitet af synapsen mellem parallel-fiberen og Purkinje-cellen, hvis der sker en samtidig aktivering af både klatrecellen og parallel-cellen, hvilket sker når en klatrecelle bærer signal om at en motorisk bevægelse har fejlet (→ long-term processen)

Cerebellum:

Long-term depression: Purkinje cellers nedsatte postsynaptiske excitatoriske respons efter aktivering fra både klatrefibre og parallelfibre. Dvs. der udvises input specificitet, da det kræversignal fra både klatreceller og parallelceller

Virkningsmekanisme:



Der sker derved en øget internalisering af AMPA i Purkinje cellerne. Dette resulterer i nedsat synaptisk effektivitet, altså nedsat mulighed for et excitatorisk impuls og dermed nedsat excitatorisk summation og derved et aktionspotentiale.

Declarativ hukommelses lagring:

Formål: Long-term potentiation (=LTP), som er en livslang forøgelse af effektiviteten af excitationen i en pyramidelcelle i hippocampus og neocortex.

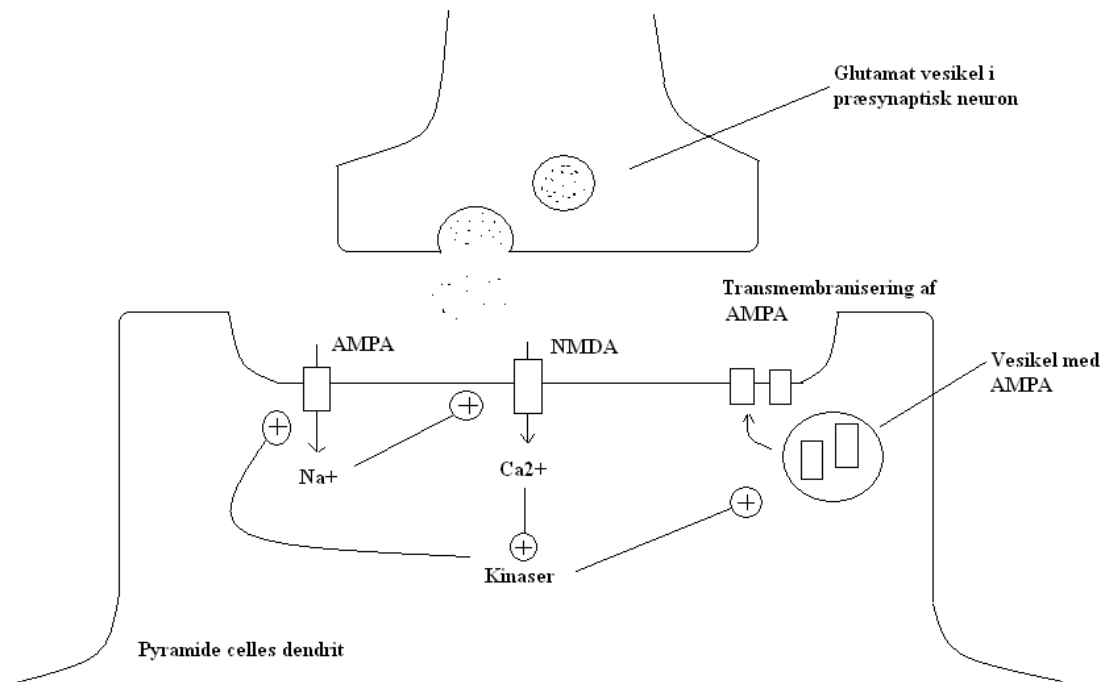
Virkningsmekanisme:

15. Præsynaptiske neuron frigiver Glutamat
16. AMPA aktivering i pyramidecellen → Na⁺ influx → depolarisering
17. Aktivering af NMDA pga. depolariseringen fjerner Mg²⁺ i receptoren → Ca²⁺ influx
18. Kinase aktivering → øget aktivering af allerede transmembrane AMPA via phosphorylering,

samt exocytose af vesikler med AMPA i.

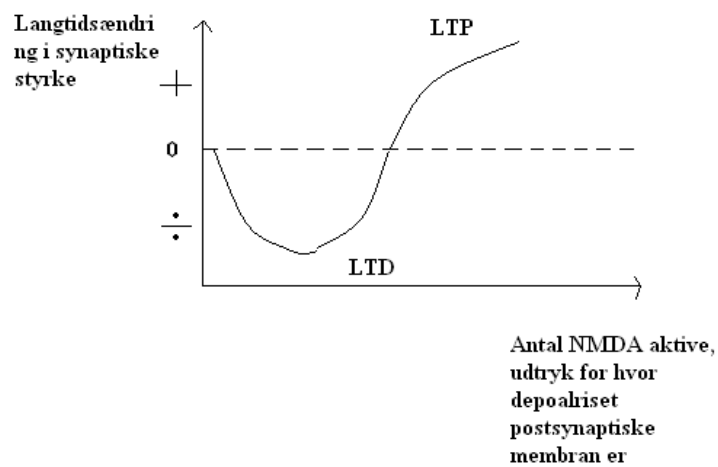
19. Yderligere depolarisering af pyramidecellen → long-term potentiation (tager 20-30 min)

- Long-term potentiation er nødvendig for at kunne lagre langtidshukommelse: nysyntese af synapse proteinerne ud fra de ændrede mere potente membran proteiner, samt øgning af synapseoverflade arealet (samt dannelse af nye mikroforbindelser mellem Purkinjeceller og parallelfibre).



BCM teorien:

Det postsynaptiske neuron kan enten undergå LTD (long-term depression) eller LTP (long term potentiation) afhængig af om det udsættes for lavfrekvens (få NMDA) eller højfrekvens (mange NMDA). Dette er smart, for hvis det får højfrekvens betyder det jo at neuronet skal erindre en vis ting.



Motivation og afhængighed:

Motivation:

Belønning er styringen i vores adfærd.

Hvad består belønningen så i? Frigivelse af neurotransmittere, som får os til at få det godt.

Motivationen til at gøre en bestemt ting benyttes konstant af mennesket:

Væskebalancen → tørst

Energibalancen → sult, træthed

Temperaturregulering → søge ly, tage tøj af, etc.

Motivationen til at spise:

- Kulhydratindtag → serotonin frigivelse fra hypothalamus → nydelse
- Leptin: frigives fra fedtcellerne i kroppen, koncentrationen registreres og ved faldende koncentration (= faldende kropsfedt mængde pga. lipolyse) → sult

Belønning i hjernen:

Tidligere belønninger, forventningen om en fremtidig belønning og sandsynligheden for at få denne målretter opførslen.

Dopamin-hypotesen ~ det mesolimbiske dopaminerge system:

Der er 2 steder i CNS, hvor der produceres dopamin i store mængder:

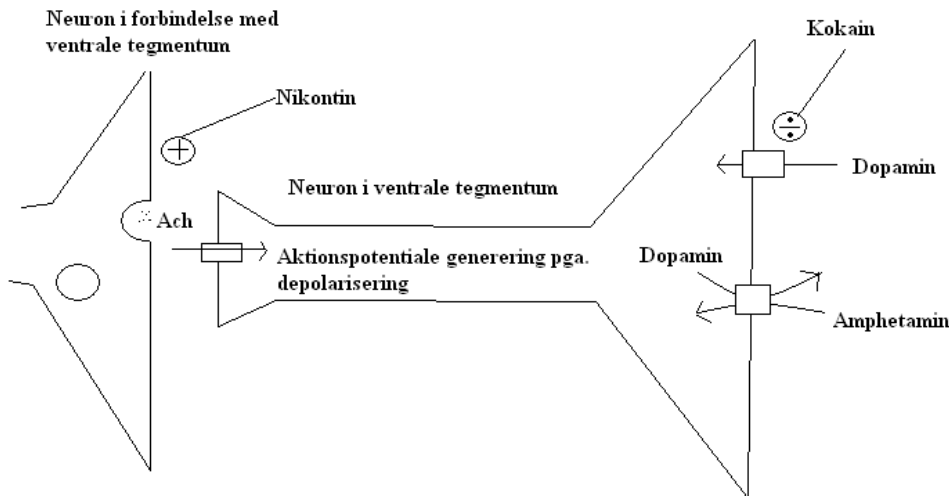
Substantia nigra → basal ganglia → motorisk bevægelse

Ventrale segmentum → frontale cortex og limbiske system: en form for reward system, som favoriserer visse adaptive opførsler, hvis de giver en høj frigivelse af dopamin.

Dopamin-neuroner aktiveres efter en uventet belønning i henhold til en aktivitet. Dernæst vil forventningen op til udførelsen af aktiviteten give dopamin-neuron-aktivering, men selve belønningen vil faktisk ikke aktivere dopamin-neuronerne.

Dvs. hvis man forventer en belønning, så vil belønningssystemet ikke blive aktiveret og dermed ingen dopamin frigivelse, når man får rewarden.

Kokain, amfetamin, nikotin:



Afhængighed:

Årsagen til afhængighed skyldes at jagten på dopaminfrigivelse kommer før alt andet. Over tid begynder neuronerne at frigive mindre dopamin i forhold til begyndelses dosis hvilket gør at der skal større og større mængder af dosis til for at få den ønskede dopamin-frigivelse og dermed lykkefølelse.

Den neurologiske mekanisme menes at skyldes en opregulering i en række proteiner; bl.a. CREB

Teorier omkring følelser:

James-Lange teorien:

Sensorisk stimulus → subcortex medierer autosomale effekter (gråd, skælven, etc.) → cortical analyse → føler os kede af det.

Fx vi føler os kede af det fordi vi græder og ikke omvendt.

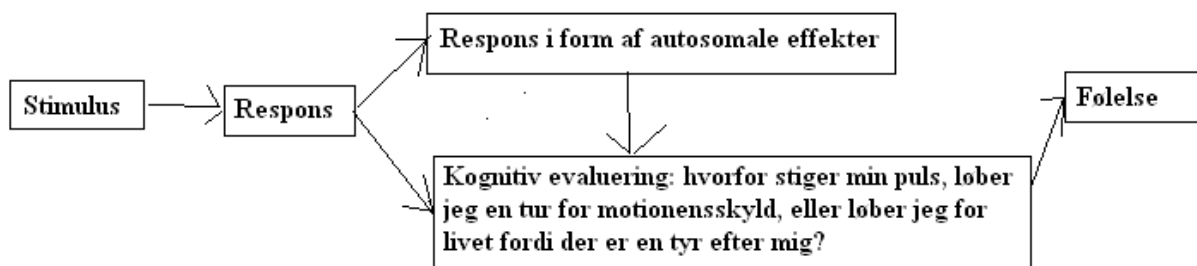
Cannon-Bard teorien:

Sensorisk stimulus → cortical analyse → føler os kede af det → subcorex medierer autosomale effekter → gråd

Fx vi føler os kede af det og så græder vi.

Schacter-Singers teori:

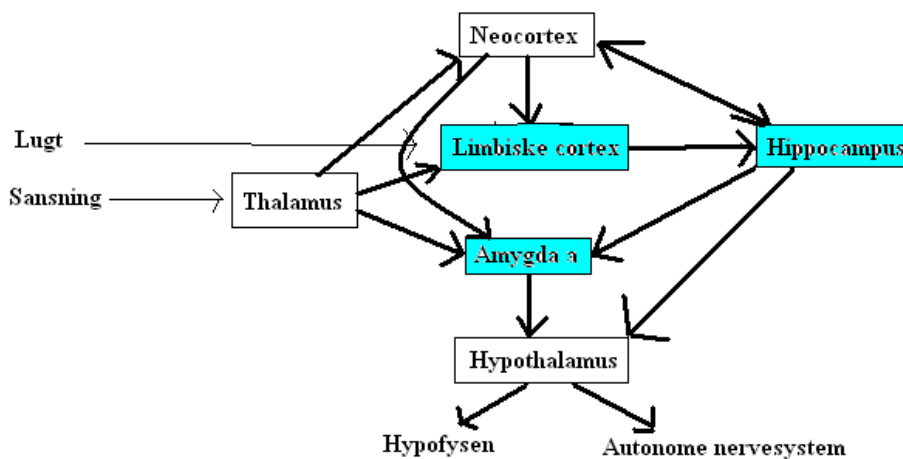
Nyeste og mest sandsynlige teori:



Papez circuit of emotion: Tidlig fremstilling af det limbiske system, men der var ikke taget højde for amygdalas rolle i kredsløbet.

Det limbiske system:

Det limbiske systems forbindelser med resten af CNS



Amygdalas rolle:

Skade på amygdala → reducerede emotionalitet
Skade på amygdalas basolaterale region → frygtløshed
Elektrisk stimulering af amygdala → angst og frygt
Har at gøre med tillært frygt

Agression og frygt:

Affektiv aggression:

Cerebral cortex → basolaterale nucleus i amygdala → hypothalamus → periaqueductale gray matter → affektiv aggression.

Predator aggression:

Cerebral cortex → corticomediale del af amygdala → hypothalamus → ventrale tegmentum → predator aggression.