

8. Supraspinale mekanismer for motorisk funktion

Area 6

Basalganglierne

Primær motorisk cortex

Pontocerebellum

Descenderende baner

Klinik

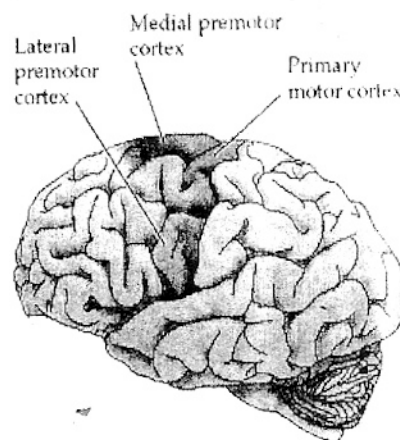
CNS styrer vores bevægelser og i en "kede" af reaktioner sende impulser mod musklerne som skal innoveres. I Area 6 (supplementær og præfrontal motorisk cortex) planeres og forberedes bevægelsen. I basalganglierne findes det rette program for bevægelsen. I pontocerebellum korrigeres og lagres information om bevægelsen, og thalamus virker som relæstation.

I primært motorisk cortex bestemmes det hvordan bevægelsen skal udføres og pontocerebellum lagres, korrigeres og initieres den. Via forskellige baner føres siden impulserne ned gennem medulla spinalis til det segment hvorfra musklerne innoveres.

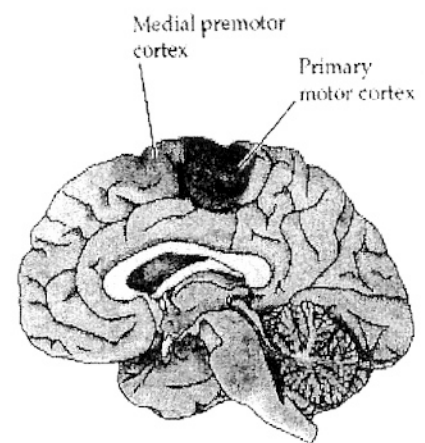
Til eksamen vil det være en god idé at tegne/pege på en hjerne hvor de forskellige motorområder i cortex ligger.

Hvis neuroanatomien ikke er kendt for læseren af dette kompendium kan det blive svært at følge med, da anatomien kommer løbende.

(A) Lateral view



(B) Medial view



Area 6 – klar, parat, start

Består af:

1. præmotorisk cortex/lateral premotor cortex: ligger lateralt og inferiort i frontallappen lige foran gyrus præcentralis.
Funktion: planering og forberedelse
2. Supplementær motorisk cortex/ medial premotor cortex: mediant superiorit i frontallappen lige over præmotorisk cortex.
Funktion: planering, komplekse bevægelser som koordinering af højre og venstre hånd, koordinering mellem postural og viljestyret bevægelse.

I dette område kan aktivitet måles ved EEG ca 1/2 sekund før bevægelse.

Fra area 6 sendes impulser videre til

- Primær motorisk cortex
- Hjernestam

forstel fra area 4!

- Rygmarv
- Basalganglier

Basalganglierne

Ganglie = ansamlinger af nervcellegemer udenfor CNS. Derfor burde basalganglierne hede basalkernerne.

De ligger i dybden af hjernen med relationer til bl.a. capsula interna, thalamus, hypothalamus, insula og laterale ventriklerne.

5 dele:

- Putamen
- Globus pallidus pars externa (GPe)
- Globus pallidus pars interna (GPi)
- Nucleus caudatus

Putamen og nucleus caudatus kaldes samlet for striatum og er indgangen til basalganglie kredsløbet.

Nucleus accumbens er det område helt fortil, foran capsula interna hvor putamen og nucleus caudatus mødes.

- Informationen modtages fra Area 6.
- Kredsløbets udgang er GPi.

Dertil kommer disse to strukturer som funktionelt er en del af basalganglie kredsløbet

- Nucleus subthalamicus – anatomisk tilhørende diencephalon
- Substantia nigra – findes i mesencephalon

Basalganglie kredsløbets funktion: her findes information/program for bevægelsen. Der er hele tiden en baggrundsfyrt, dvs. systemet kan ned/op reguleres. **FILTREERING**

2 kredsløb: det direkte og det indirekte (tegnes til eksamen gerne med de forskellige neurotransmittere).

Direkte:

Cortex → + Striatum → - GPi → - VA-VL thalamus -

Mot. cortex +

Dvs. hvis cortex stimulerer striatum vil den direkte vej virke stimulerende på mot. cortex.

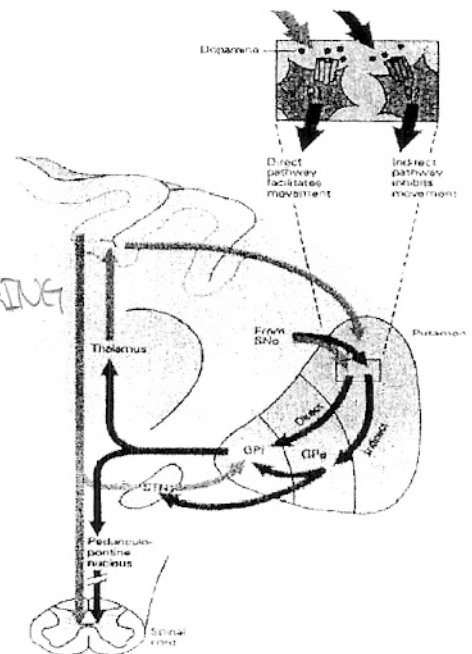
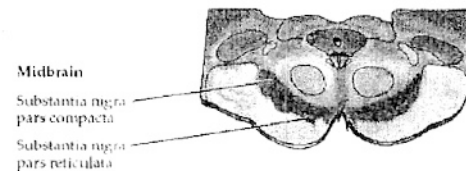
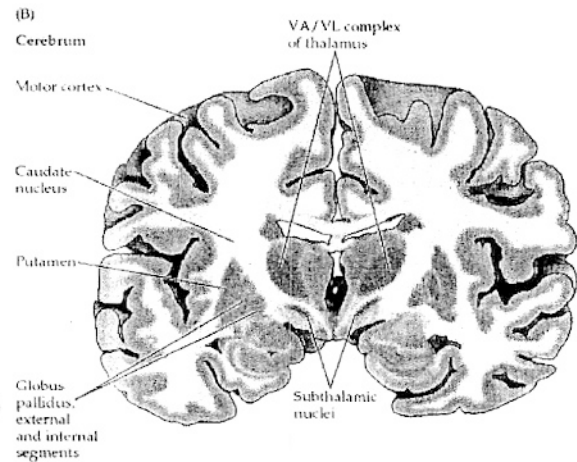
+ = glutamat → stimulerende
 - = GABA → inhiberende

Indirekte vej:

Cortex → + Striatum

→ - Ncl. subthalamicus

→ - VA-VL thalamus



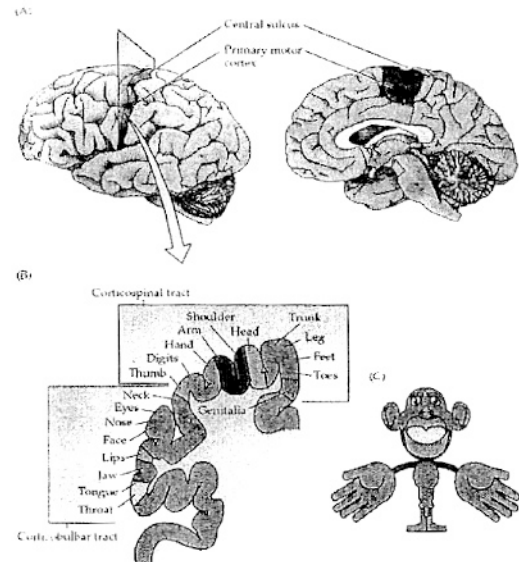
Den stimulering på den indirekte vej vil inhibere VA-VL's output og derved vil mot. cortex stimuleres mindre.

Hertil har vi Substantia nigra pars compacta som med Dopamin vil stimulere den direkte vej (binder til D1 receptorer) og inhibere den indirekte vej (binder til D2 receptorer). Begge led vil virke stimulerende på motorisk cortex. *mgl. dopamin = pak*

Der henvises til undervisningslitteratur i neuroanatomic hvis kredsløbet ikke helt forstås.

Primær motorisk cortex

- Area 4, gyrus precentralis, helt posterior i frontallappen.
- Funktion: omkodning fra **hvad** der skal ske til **hvordan** det skal ske.
- Somatotopisk ordnet i Motorisk homunculus.
- En muskel repræsenteres af flere neuroner flere steder og ikke af en enkel.
- Fasiske og toniske neuroner.
- Husk eksemplet med aben som fører en joystick i forskellige retninger: et specifik neuron vil være som mest aktiv vid en enkel retning. Men vil alligevel være en smule aktiv i næsten 180°. Dvs. det er tale om et samspil af neuroner i netværk.
- I cortex ses plasticitet. En muskel som bruges meget vil få større plads/projektionsområde og en som ikke bruges vil miste plads.



Pontocerebellum

- Et loop efter basalganglierne
- Funktion: Motorisk lagring og korrigerende, samt planering og initiering af bevægelser.
- Laterale cerebellumhemisphærene.
- Stort sensorisk input via nuclei pontis.
- Output til VA-VL thalami og derfra op til cortex.
- Når ikke at korrigerende bevægelsen undervejs (korrigerende sker spinalt)
- Gemmer dog et program for hvordan bevægelsen burde udføres og sammenligner dette med det der egentlige skete → motorisk indlæring. Informationen bruges så til næste gang bevægelsen skal udføres.

Descenderende baner

Fra motorisk cortex løber nervifibre i Tractus pyramidalis til medulla oblongata

Disse fibre består af: Tractus corticospinalis – til α -motorneuroner i rygmarven.

Tractus corticonuclearis til hjernenervekerner i hjernestammen.

Tractus pyramidalis løber ned gennem capsula interna, spinale del i crus post. og nucleare del i genu. Videre gennem pedunculi cerebri til mesencephalon og via pons til pyramis i medulla oblongata. Nu er der kun corticospinale fibre tilbage. I MO krydser 90% af fibre i decussatio pyramidis → Tractus corticospinalis lateralis → funiculus lateralis → α -motorneuron dorsalt i cornu anterius.

De ukrydsede fibre danner Tractus corticospinalis anterior. Venteromedialt i funiculus ant → α -motorneuron ventralt i cornu ant.

Distalt (under medulla oblongata) findes to systemer

- Det laterale system
 1. Tractus corticospinalis lateralis
 2. Tractus rubrospinalis - fra nucleus ruber i mesencephalon. Kryds i pons.
Begge disse har at gøre med den distale/fine motorik, primært Tractus corticospinalis lateralis da Tractus rubrospinalis har meget lille betydning hos mennesker.
- Det ventromediale system → primært postural muskulatur
 1. Tractus vestibulospinalis – nakke og ryg muskler. Styrer hovedet efter input fra nuclei vestibulares. Samt postural muskulatur, UE extensorer.
 2. Tr. Tectospinalis – fra colliculus sup. → hovedmuskler, drejer hoved i forhold til hvor øjnene vil kikke – den vestibulookkulære refleks. Kryds i medulla spinalis.
 3. Tr. reticulospinalis – fra formatio reticularis → antigravitære reflekser, dvs. benets extensorer.
 4. Tr. corticospinalis anterior → proximal muskulatur

Klinik

- Hypokinesi. Eks. Parkinsons. Skyldes celledød i Substantia Nigras dopaminproducerende del. Mangel på dopamin vil give: mindre excitering af den direkte vej (igangsættelsen af bevægelser) samt mindre inhibering af den indirekte vej (bremsning af bevægelser). I det hele ses en forstyrrelse i balancen i det motoriske system. Symptomer: Rigiditet, tremor, bradykinesi, svært ved at starte bevægelser og stoppe dem, går med små, korte, stappende skridt uden at svinge med armene.
- Hyperkinesi – for høj dopamin udskillelse. Eks. Huntingtons. Stor dopamin til den indirekte vej ødelægger vejen fuldstændigt → ingen inhibition af bevægelser. Hos disse PT'er ses store overdrevne bevægelser som er svære at stoppe.
- Hemibalisme: ncl. subthalamicus inhibering af GPi ophører → stort tab i inhibering af bevægelser. Eks. på symptom er dansende arme og ben.
- Hyperrefleksi – kan ses efter en læsion på en central bane som styr refleksbuer. Disse inhiberer nemlig refleksbuen og uden disse vil refleksen blive unaturligt kraftig. Dette sker initielt, efter tid vil hyperrefleksin overgå til hyporefleksi.
- Ataksi – skyldes læsioner i pontocerebellum. Symptomerne er ukoordinerede og upræcise bevægelser
- Spasticitet – en betegnelse for at muskler, efter en beskadigelse af den normale styring af musklerne fra hjernen, er uhensigtsmæssigt stive og reagerer kraftigt på en pludselig ændring i deres længde. Symptomerne er hyperaktive strækreflekser, positiv babinski, forøgede fleksoreflekser, spasmer og klonus. Klonus = krampeagtig spænding/stivhed i en eller flere muskelgrupper, samt en tendens til muskelsammentrækninger.

Supraspinale nek. for mot. dkf.

- ① Generelt
- ② Primær mot. cortex & ass. cortex
- ③ Basalgg.
- ④ cerebellum
- ⑤ Descenderende baner
- ⑥ Klinik

① $\left\{ \begin{array}{l} \text{øvre mot. neuron} \rightarrow \text{tr. centrum mot. cortex / HS} \\ \text{nedre mot. neuron} \rightarrow \text{radix ant. RM} \end{array} \right.$

- Mot. kontrol $\left\{ \begin{array}{l} \text{RMs kontrol} \\ \text{Hjernes kontrol} \end{array} \right.$

- Hjerne kontrollerer RM på 3 måder:

- Højest: ass. omr. i neocortex + basalgg. = strategi

- Mid: mot. cortex & cerebellum = taktik

- Lavest: HS & RM = udførelse af bevægelse

- Vigtig m. sens. input dkf. i form af proprioception
 \Rightarrow sensomot. syst.

② Mot. cortex

- Prim. mot. cortex = area 4 = gyrus postcentralis

- Somatopi / homunculus \rightarrow giv eks

- Area 6:

- PMA \rightarrow præmot. omr. \rightarrow inn. proksimal musk.

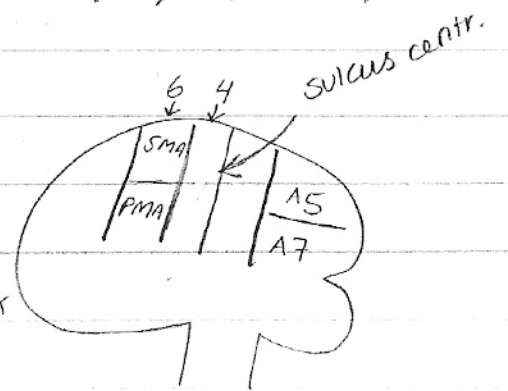
- SMA \rightarrow supl. mot. omr. \rightarrow inn. distal musk. (tr. reticulospinal)

- input om proprioception \rightarrow som. sens. cortex

- FORSØG: person bevæger hånd \Rightarrow aktiv area 6 & 4

person tænker på at bevæge hånd \Rightarrow aktiv area 6

- Samarb. i cortex \rightarrow SMA dytter fører bevægelse + deltager i koordinering af 2 hænder dkf. \rightarrow lesion \Rightarrow dkf. i knappe skjorte

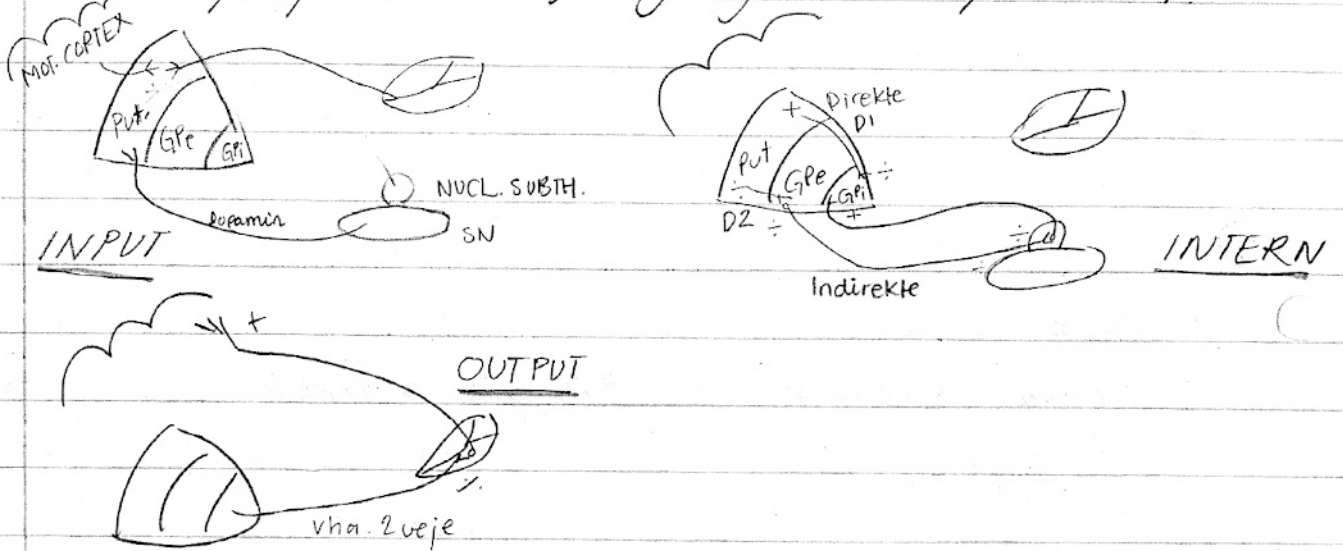


3 Basalggl.

- fkt + kredsløb

- største input via VL til area 6 (PMA, SMA)

- indgang = striatum, udgang = subst. nigra PR + GPi



Klinik: Parkinson (degen. af subst. nigra \Rightarrow dopamin \downarrow)

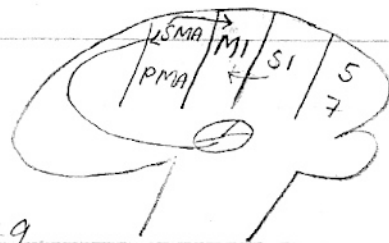
Huntington chorea (degen. af neuroner i nucl. caud. putamen, GP)

\Rightarrow øget aktivitet i VL \Rightarrow øget input til SM.

Initiering af bevægelse i mot. cortex

- MI får input fra:

- SMA, PMA, thalamus, SI



- veludviklet agranulært lag
spec. lag V \rightarrow pyramideceller.

- teori \rightarrow netn. bestemmes v. aktivitet af celle \rightarrow flertalsprincip.

4 Cerebellum

- fkt: muskeltonus, ligevegt, koordination

- anatomi

- ledn. baner som starter i cerebellum

Fra ponto cerebellum \leftarrow nucl. ruber \Rightarrow rubrospinal

\leftarrow VA-VL \Rightarrow mot. cortex \Rightarrow corticospinal

\leftarrow nucl. vestibularis \Rightarrow vestibulospinal

- mot. loop gen. cerebellum →
add. fibre fra nucl. pontis → en måde hvorpå
de to arb. sammen (stor- og lillehj.)

5) Desc. mot. baner:

- De lat:

- tr. corticospinalis lat. ~ flexorer

- tr. rubrospin. ~ ekstremiteter

- De ventromed.

- tr. vest. spin ~ balance

= tr. lectospin. ~ ledg. hoveddrej.

= tr. retikulospin ~ $\left\{ \begin{array}{l} \text{pontin del} \rightarrow \text{ekstensorer} \rightarrow \text{oprejst} \\ \text{medullar del} \rightarrow \text{cmvendt} \end{array} \right.$

6) - Parkinson

- Huntington chorea

- Læsion af desc. baner $\left\{ \begin{array}{l} \text{central} \rightarrow \text{hyperflexi, babinski} \\ \text{perifer} \rightarrow \text{areflexi, muskeltorust} \end{array} \right.$

Supraspinale mekanismer for motorisk funktion

Disposition:

- Primær motorisk cortex & associationscortex.
- Basalganglier.
- Cerebellum.
- Descenderende baner.

START:

- Når vi skal udføre en bevægelse aktiveres pyramidebanen, hvori der indgår 2 neuroner:
 - 1. "øvre centrale" motoneuron har trofisk centrum i motorisk cortex eller hjernestamme.
 - 2. "nedre perifer" motoneuron har trofisk centrum i forhornet i MS¹ → danner radix anterior → løber via spinalnerven ud og til muskulaturen hvor den splittes op i motoriske enheder, der så kan innervere den tværstråbete muskulatur.
- Motorisk kontrol kan således opdeles i 2 dele:
 - Rygmargens kontrol med koordineret muskelkontraktion.
 - Hjernens kontrol med programmerne i rygmargen.
- Hjernen kontrollerer rygmargen på 3 niveauer:
 - Højest: associationsområder i neocortex samt basalganglierne. → her lægges strategier, dvs. målet med bevægelsen og valg af metode.
 - Mellemste: motorisk cortex og cerebellum → er ansvarlig for taktikken, dvs. kontraktionernes placering i tid og rum.
 - Lavest: hjernestamme og rygmarg → er ansvarlig for udførelsen af bevægelsen.
- Hurtige bevægelser opfører sig ballistisk, dvs. de kan ikke ændres når først de sættes i gang. Denne type hurtige, frivillige bevægelser er ikke underlagt samme sensorisk feedback som fx. amputationsreflekserne (= flexor- og krydset extensorrefleks?), hvilket skyldes at bevægelsen simpelthen er for hurtig.
- ⇒ Sensoriske informationer er dog vigtige før under og efter udførelsen af bevægelsen.
- Motorsystemet i hjernen kan altså betegnes som et sensorimotorisk system pga. dets afhængighed af sensorisk input til alle niveauer.

¹ MS: medulla spinalis.

Planlægning af bevægelser i cerebrale cortex:

- Motorisk cortex ligger i area 4 og 6. gyrus precentralis
- Alligevel engagerer kontrol af frivillig bevægelse næsten hele neocortex, idet en "Goal-directed-movement" kræver input om:
 - Hvor kroppen er?
 - Hvor den har til hensigt at bevæge sig hen?
 - En plan for hvordan kroppen kommer derhen.
 - Planen skal huskes og til sidst føres ud i livet.

Tegning af fig. 14.7 i Expt. s. 473:



Area 4:

- **Primær motorisk cortex (M1)** → ligger foran sulcus centralis på den præcentrale gyrus.
- Kroppens muskler er somatotop repræsenterede i den primære motoriske hjernebark → homunculus

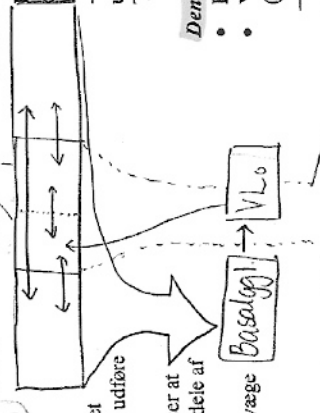
Tegning af fig. 14.8 i Expt. s. 474

- Det ses at fx hånden, der kræver meget fine motoriske bevægelser er repræsenteret ved et stort område i den motoriske cortex.

Area 6:

- Område der ligger rostralt for area 4 og er specialiseret i "skilled" bevægelser.
 - Lateralt findes **PMA: premotorisk område**.
 - Medialt findes **SMA: supplementær motorisk område**.
 - De 2 områder synes at gøre det samme, men i forskellige muskelgrupper:
 - SMA → innervere den **proximale muskulatur** via tractus reticulospinalis.
 - PMA → innervere den **distale muskulatur**, **OMVENDT!**
- Desuden må hjernen (for at kunne udføre en bevægelse) modtage input om kroppens placering i rummet, hvilket sker via somatosensoriske, proprioceptive og visuelle input til det posteriore parietale cortex: (A5 + A7)
 - Area 5 modtager somatosensorisk input fra primær somatosensorisk cortex (area 1, 2 og 3).
 - Area 7 modtager input fra højere visuelle cortexområder som fx MT

Präfrontal cortex area 4
Sensory cortex (Vortex)



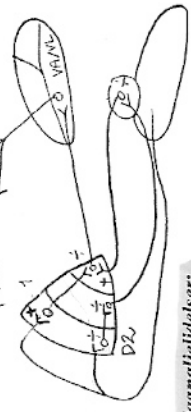
Eksamensnoter ja. A-spørgsmål i Neurofysiologi 3. Semester «Hilsen»
→ herved inhiberer GPI thalamus så den ikke kan sende signal op til cortex (om at udføre en bevægelse).
Thalamus sender excitatoriske impulser til motorisk cortex (SMA).

Den direkte bane:

- Heri indgår D1-receptorer der stimuleres af dopamin. (NT dvs subst. nigra)
- Ved cortical aktivitet (jeg vil udføre en bevægelse) sendes der fra præmotorisk cortex (PMA) en excitatorisk impuls til putamen: → herfra faciliterer dopamincellerne en impuls der inhiberer GPI. → GPI inhiberer ikke længere VL i thalamus. → thalamus kan sende en impuls til motorisk cortex (SMA) → via pyramidebanerne kan der nu udføres en bevægelse.

Den indirekte bane:

- Heri indgår D2-receptorer der hæmmes af dopamin. Ved cortical aktivitet (jeg vil udføre en bevægelse) sendes der fra præmotorisk cortex (PMA) en excitatorisk impuls til putamen: Heri hæmmende + inhibition på systemet → ? forklar virkeme...



Basalganglieldelser:

- Hypokines: øget inhibition af VL i thalamus → for få bevægelser.
- Hyperkines: formindret inhibition af VL i thalamus → for mange bevægelser.

Parkinsons sygdom:

- Er karakteriseret ved hypokinesi.
- 1% af befolkningen over 50 år får sygdommen.
- Symptomer: Bradykinesi → langsomme bevægelser. Akinesi → besvær med at initiere bevægelser. Øget muskellonus → rigiditet, tandhjul-rigiditet. Tremor på hænder og kæbe → mest udtalt i hvile.
- Årsag: skyldes degeneration af substantia nigra, der producerer de dopaminerge - adhjølper m. neuroner. Dette betyder at facilitation af den direkte bane inhiberes → dermed nedsettes aktiviteten i basalganglierne og VL → nedsat aktivitet i SMA.

Huntingtons chorea:

- Hyperkinesi.
- Manifesterer sig ikke før midaldrene.
- Symptomer: Chorea → ufrivillige bevægelser. Demens → Hæmmede kognitive evner. Personlighedsændringer
- Årsag: skyldes degeneration af neuroner i nucleus caudatus, putamen og globus pallidus → derved øget aktivitet i VL → øget input til SMA.

Atrelig sygdom

Supraspinale mekanismer for motorisk funktion

Eksamensnoter jan. 09 A-spørgsmål i Neurofysiologi 3. Semester «Hilsen»

- Parietallapperne er stærkt forbundne med frontallapperne, der repræsenterer det højeste niveau for motorisk kontrol, idet det er her at beslutningen tages om at udføre en bevægelse.
- **Forsøg:** man beder en person om at bevæge fingrene i et bestemt mønster og ser at følgende områder er aktive: somatosensorisk og posteriore parietale områder, dele af præfrontal cortex, area 4 og 6.
- disse områder spiller altså en rolle for at genere intentionen om at ville bevæge sig og omsætte denne intention til en egentlig udførelse af bevægelsen.
- Hvis en bevægelse øves mentalt forblev area 6 aktivt, men ikke area 4.

Samarbejde i cortex:

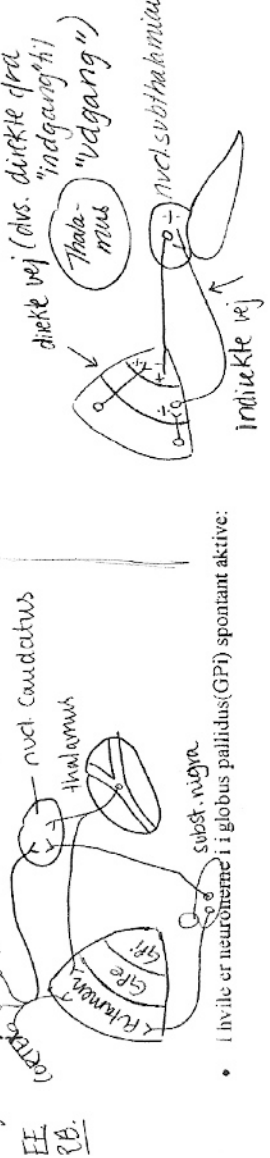
- Neuronerne i SMA begynder at fyre ca. 1 sek. før udførelsen af en bevægelse.
- SMA synes at arbejde bilateralt (via corpus callosum) og er derfor aktive i begge hemisfærer samtidigt uanset at kun en hånd bevæges → dvs. at SMA deltager i koordinering af bevægelser ml. de 2 hænder.
- Unilaterale læsioner i SMA kan derfor betyde at man fx ikke er i stand til at knappe sin skjorte (idet hænderne her skal kunne samarbejde) → defekt udførelse af formålsbestemte handlinger kaldes **apraksi**.
- **Udtrykket "Klar - parat - start" kan overføres til følgende:**
 - "Klar" → afhænger af aktivitet i parietal- og frontallapperne.
 - "Parat" → afhænger af aktivitet i SMA og PMA, hvor bevægelsesstrategier udtales og huses indtil de føres ud i livet.
 - "Parat" får neuronerne i PMA til at fyre.
 - "Start" får neuronerne i PMA til at stoppe med at fyre.

Basalganglierne:

- Basalganglierne deltager i planlægning og initiering af bevægelser ved at samordne og bearbejde informationen fra cortex og thalamus.
- fungerer som et filter der afholder utilpassede bevægelser fra at blive udført.
- Det største input til area 6 (PMA og SMA) kommer fra nucleus ventralis laterales (VL) i thalamus.
- VL får sit input fra basalganglierne der ligger dybt nede i telencephalon.
- Basalganglierne består af nucleus caudatus, putamen, globus pallidus og nucleus subthalamicus.
- Putamen og nucleus caudatus kaldes samlet set for striatum. = indgang
- Basalgangliernes funktion er at facilitere initieringen af en viljestyret bevægelse.

indgang = subst. nigra, PMA, GPI

Tegning af "den direkte bane" - se noter!



Supraspinale mekanismer for motorisk funktion

Ex. med narkomaner i LA

Dopamin - stimulerende → direkte vej
⇒ samlede inhibitoriske output fra GP, + SNPR mindstkes
⇒ facilitering af glutamaterge celler i VA-VL → kan gældsføre til hyperkines med. aktiveret

til dopamin - deuden forsøg m. destruk i fuges subst. nigra - rebsk?

PMA = premot cortex
SMA = Supl. Mot. cortex

Bulimus:

- Hyperkines
- Symptomer: ufrivillige, kastende og slyngende bevægelser.
- Årsag: skyldes skade på nucleus subthalamicus, der indgår i den indirekte bane.

Inivering af bevægelser i primært motorisk cortex:

- SMA er stærkt forbundet med primær motorisk cortex (area 4), idet area 4 har en meget lav tærskelværdi for stimulus der fører til bevægelse.
- Dette betyder at area 4 har en veludviklet synaptisk kontakt med motoneuronerne.
- Det trofiske centrum for de neuroner der aktiverer de nedre motoneuroner er lokaliseret i lag V af cortex. (agranulært da det er mot.)
- Dette lag indeholder en stor population af pyramideceller (Betz celler), der sender axoner nedad til rygmarven og via collateraler til mange andre områder involveret i sensorisk behandling, specielt i medulla oblongata.
- Primær motorisk cortex input fra:
 - area 6 (PMA og SMA), area 1, 2 og 3 (primær somatosensorisk cortex).
 - VL i thalamus. (inkl. basal gangli)



Kodning af bevægelser i primær motorisk cortex (M1):

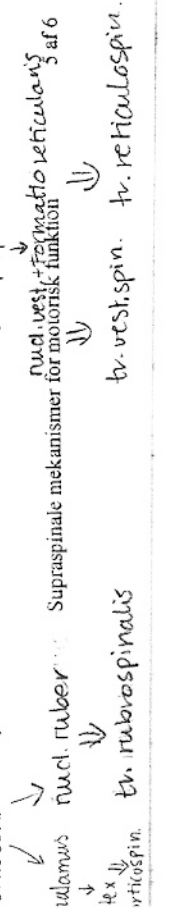
- Individuelle pyramideceller kan kode for en gruppe af muskler (én til mange).
- Der ses aktivitet (fyring) lige før og efter en bevægelse, og denne fyfyring synes at kode for kraft og retning.
- Følgende teori er foreslået for hvordan M1 udfører en frivillig bevægelse:
 - En stor del af M1 er aktivt under enhver bevægelse.
 - Aktiviteten i en enkelt celle (frekvensen) tæller som en "stemme" for en bestemt retning.
 - Retningen bestemmes ud fra et flertalsprincip.
- **Hypotesen er baseret på forsøg med en abe** der skulle bevæge en stav i retningen af et lys. Vektoringen moed 360° og tilhørende 8 punkter med hver sin gruppe vektorer. Disse celler udviser plasticitet, dvs. de kan skifte område og innervere andre bevægelser. De spiller derfor en rolle ved **indlæring af finmotorik**.

25.
170!

Cerebellum:

- Kontrollerer den motoriske koordination, muskeltonus og ligevægtsreflekserne.
- Man kan sige at cerebellum har programmet til udførelsen af bevægelsen; cortex udvælger og aktiverer dette (jukebox-modellen).
- Ved læsioner i cerebellum ses ataksi, dvs. ukoordinerede og upræcise bevægelser, der er karakteriseret ved at bevægelser udføres sekventielt.
- Samme symptomer ses ved indtagelse af alkohol, da de cerebellare baner bedøves.
- **Cerebellums anatomi:**
 - Hænger på pedunculi over 4. ventrikel.
 - Overfladen er meget foldet, da den indeholder mange neuroner → 50% af det totale antal neuroner i CNS. → foliata
 - Dybt i cerebellum ses de cerebellare kerner, der tjener som relæstationer for signaler til medulla oblongata. → olivar, emboli, formisi, globosus, fastigii
 - Mellem: de to hemisfærer ses vermis. = Spino cerebellum (H1, H1 RM)
 - Omræddes funktion er:
 - Vermis → output til hjernestammestrukturer i forbindelse med tractus ventromediale (axial muskulatur).

Cerebellum



- Hemisfærene → output til centre der bidrager til de laterale baner (distale muskulatur).

Motorisk loop gennem den laterale del af cerebellum:

- Axoner fra pyramidecellerne i lag V i hhv. præfrontal cortex, area 4 og 6 og somatosensorisk cortex projicerer ned mod de pontine kerner → herfra sendes axonerne til cerebellum
- den laterale del af cerebellum projicerer tilbage til motorisk cortex via VL i thalamus.
- Dvs. når et signal til bevægelse når cerebellum, instruerer cerebellum motorisk cortex i den rette rækkefølge for kontraktion og kraft i den nødvendige gruppe af muskler.
- Cerebellum er således et område hvor der sammenlignes og læres på baggrund af. Hvad var meningen? ↔ Hvad skete der?

Descenderende baner:

- Hjernen kommunikerer med motoneuronerne i rygmarven via 2 slags baner:
 - De laterale baner → involveret i viljestyrede bevægelser af den distale muskulatur.
 - De ventromediale baner → involveret i kontrol af holdningen og bevægelse af aksial muskulatur styret af hjernestammen.

De laterale baner:

- Tractus corticospinalis → styrer primært de laterale baner
- højre motorisk cortex styrer bevægelserne i venstre side og omvendt. Kreds i H1S → RM (Luminal)
- Tractus rubrospinalis → cortex → capsula indl. → nuclei ruber → FM (Luminal) → Synapse → eksitatorisk
- Ved læsioner i de laterale baner:
 - Er det ikke muligt at bevæge et lem uafhængigt; fx kan man ikke tage en genstand op med kun 2 fingre, men bruger samtlige fingre.

finmotorik
grovmotorik

De ventromediale baner:

- Tractus vestibulospinalis → har betydning for balancereflekserne. (Eksperiment) → oprejst stilling
- Tractus tectospinalis → har betydning for reflekser i forbindelse med lys- og lydtryk, således at hoved/halsen reflekterisk drejes ved pludselige lys/lydtryk.
- Tractus reticulospinalis → modulerer VE eksitator → oprejst stilling, aktivitet i begge hemisfærer, motorisk effekt

oversigt over forløbet fra ide til bevægelse - se noter fra forelesning: Det motoriske apparat I og II