

CNS

Ledningsbaner (ny)

Forskellige anatomislides om ledningsbaner viser latinske navne på ledningsbaner der er udgået af pensum..

Ledningsbaner generellt

Ledningsbaner generelt

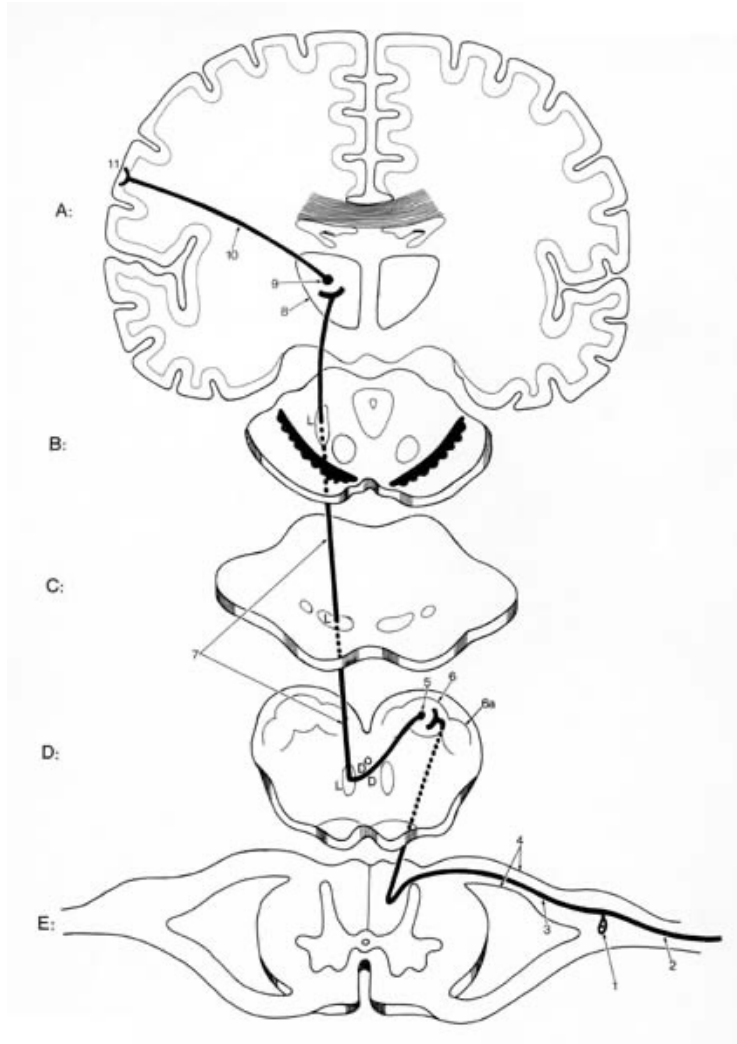


Fig. 61 En **ledningsbane** er en neuronkæde (1), (5) og (9), der kan lede impulser.

Neuronerne kobles sammen af **synapser**, der ligger i den grå substans (6) og (8) i centralnervesystemet.

I ledningsbanerne ligger neuronernes lange udløbere (3), (7) og (10) (nervetrådene) i **den hvide substans**.

Ledningsbaner generelt

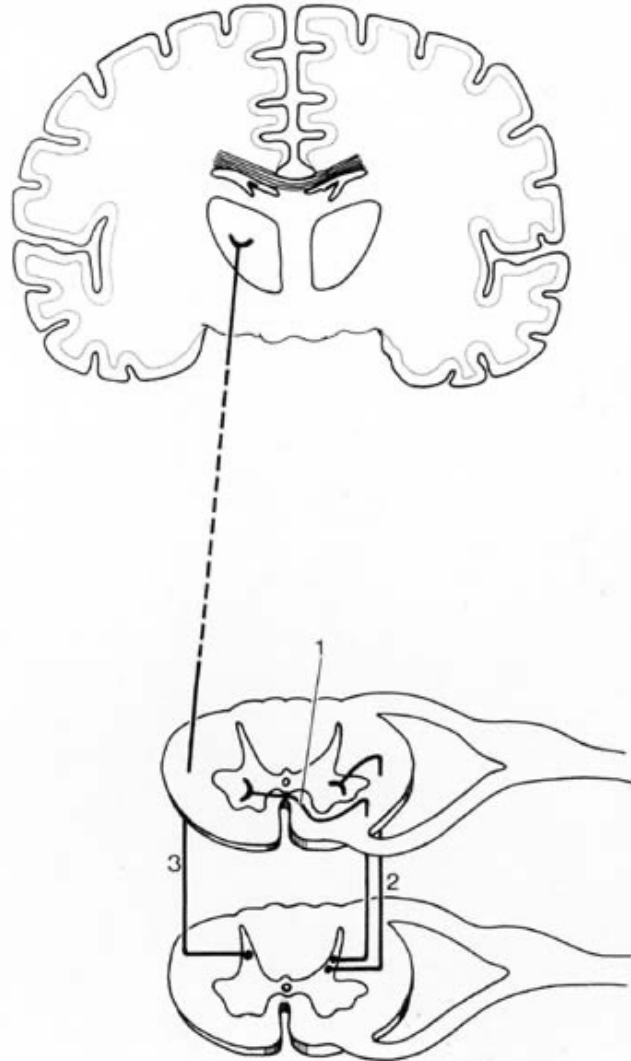


fig. 59 De vigtigste banetyper er:

- **commissurbaner** (1) mellem højre og venstre halvdel af hjerne eller rygmarv,
- **associationsbaner** (2) mellem rygmarvssegmenter i samme side eller mellem hjerneafsnit i samme side og
- **projektionsbaner** (3) mellem hjerne og rygmarv.

Når impulserne går mod hjernen, er banen **afferent**, og når impulserne går fra hjernen, er banen **efferent**.

Ledningsbaner i rygmarven

Ledningsbaner i rygmarven

- Afferente
- Efferente

Ledningsbaner i rygmarven

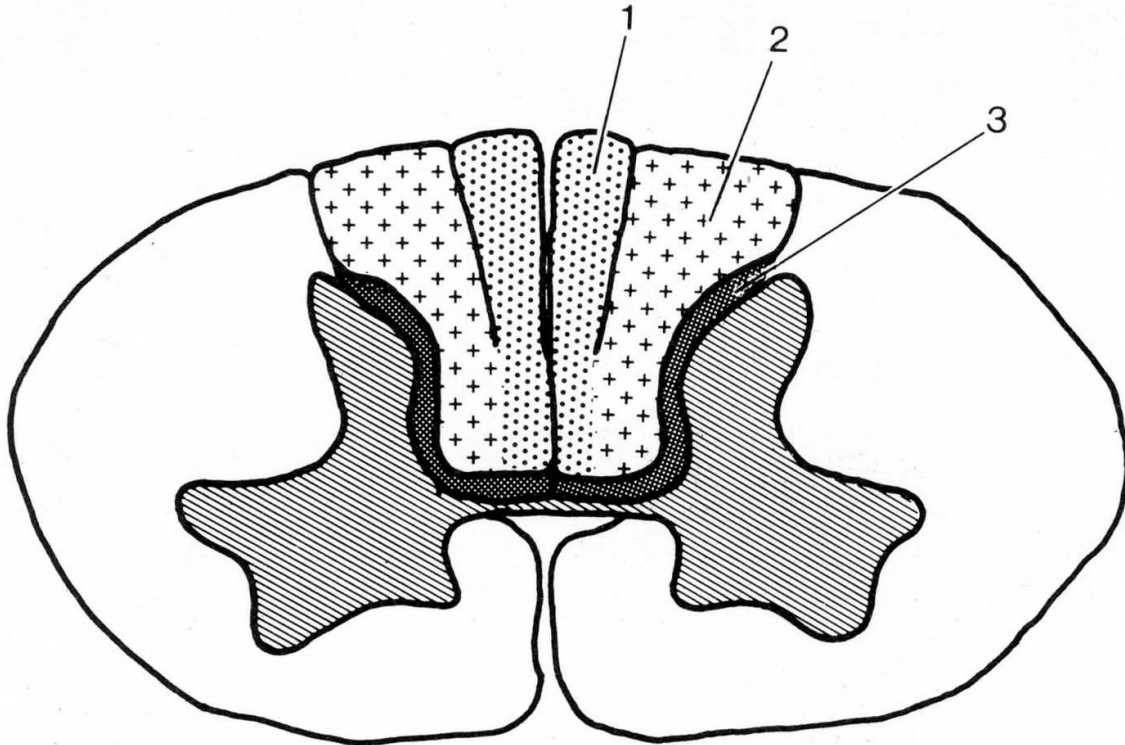
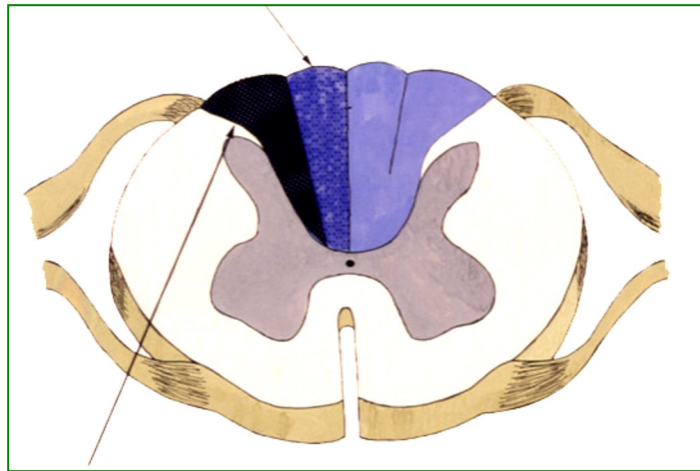


fig. 61 A Commissurbaner i rygmarven løber gennem den hvide substans lige bag ved *fissura mediana anterior*.

Associationsbaner i rygmarven danner en smal bræmme (mørkt prikket) nærmest den grå substans i bagstreng (3), side- og forstreng (1).

Projektionsbaner optager resten af den hvide substans i rygmarven.

Sensitive ledningsbaner i rygmarven



Her er et tværsnit af bagstrengsbanner. **Bagstrengsbannerne** udfylder næsten hele bagstrengen. Bannerne fra underekstremiteter og nederste halvdel af kroppen ligger nærmest midten, mens bannerne fra overekstremitet og øverste del af kroppen ligger lateralt.

Ødelæggelse af bagstrengsbannerne kendes bl.a. fra rygmarvslæsioner

Ledningsbaner i rygmarven

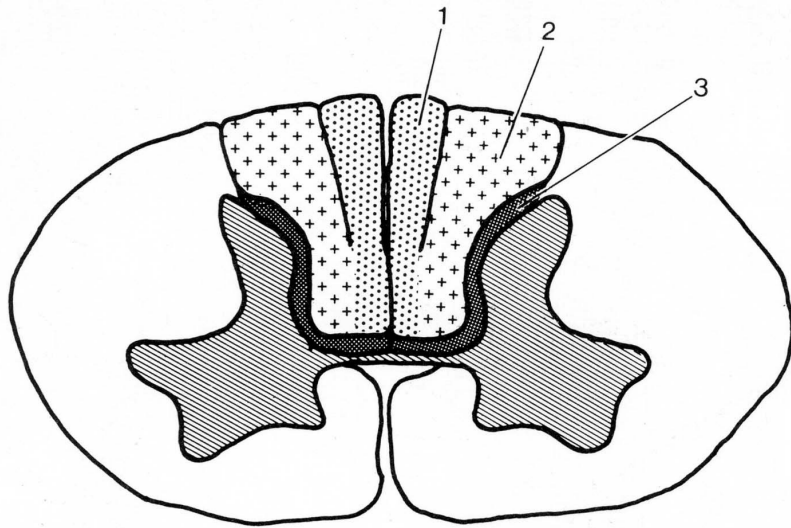
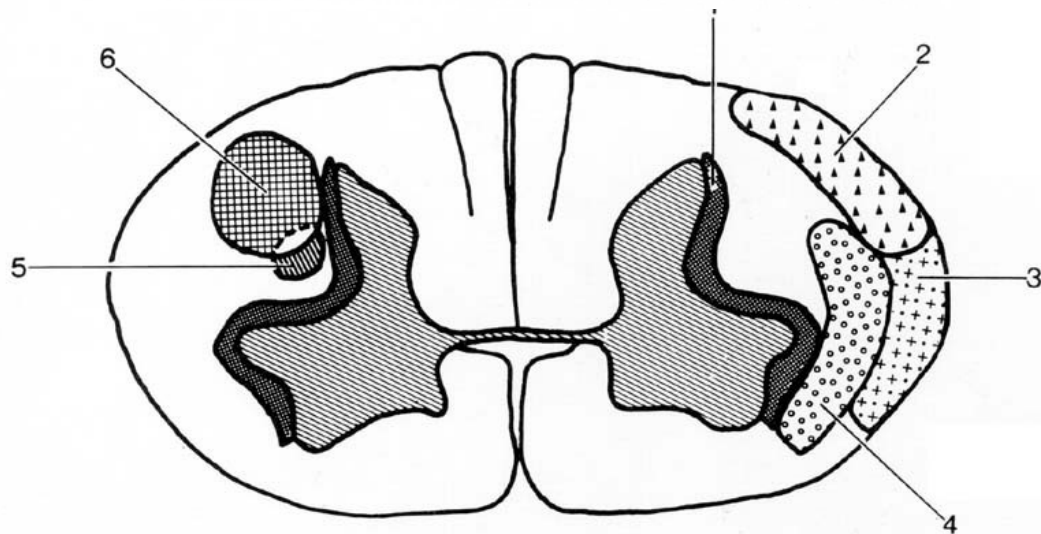


fig. 61 A I bagstrengen er alle projektionsbaner *afferente* (1) og (2).

fig. 61 B mens der i sidestrengen er både *afferente* (2-4) og *efferente* (5-6).



Ledningsbaner i rygmarven

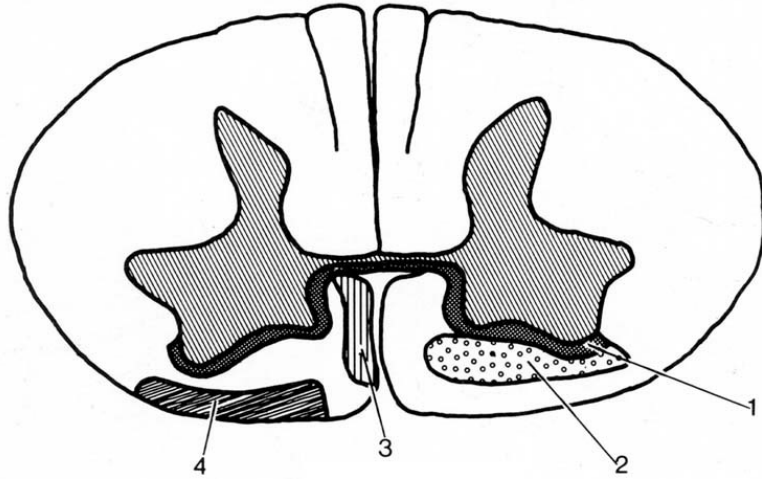


fig. 61 C Det samme som i sidestrengen gælder i forstrengen, hvor der er både *afferente* (2) og *efferente* ledningsbaner (3) og (4).

Afferente sensitive ledningsbaner

i rygmarven inddeles:

- primære
- sekundære

Ledningsbaner i rygmarven,

- afferente (sensitive)
 - primære

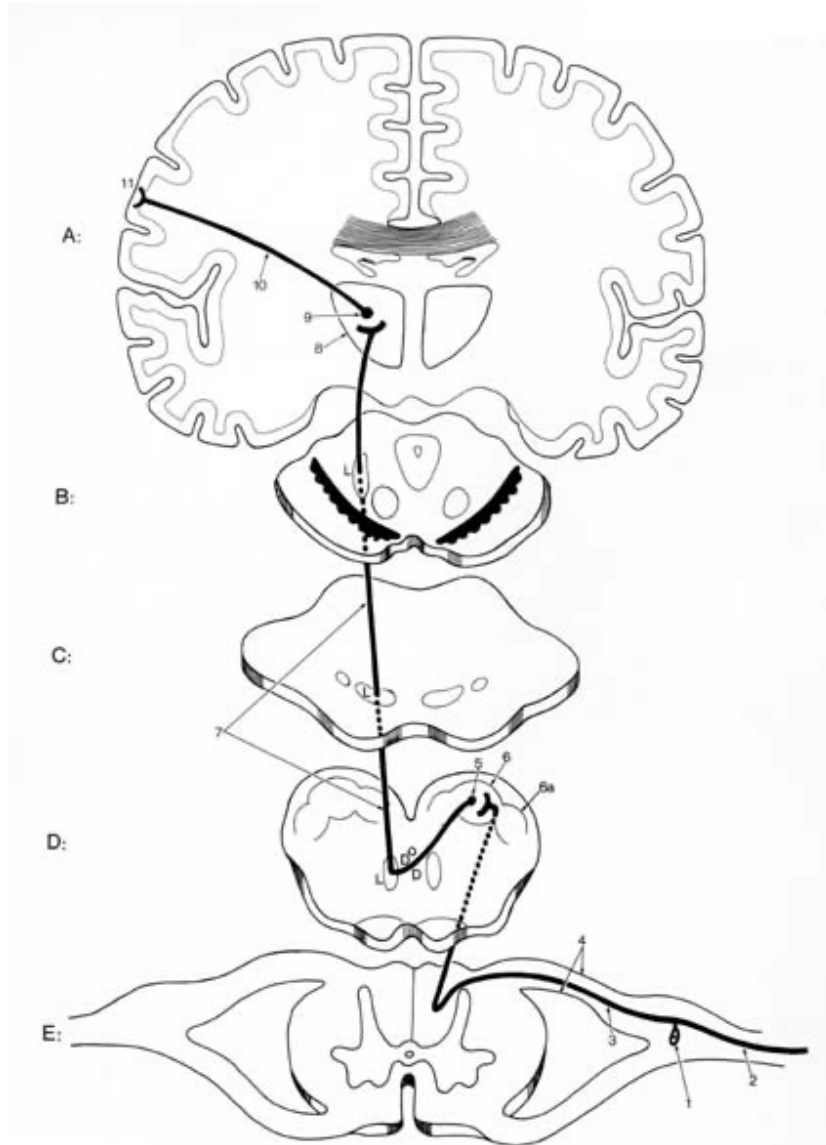


fig. 61

En **primær ledningsbane** er kun repræsenteret af første neuron (1-3) i medulla spinalis, dvs, at synapsen mellem første og andet neuron ligger helt oppe i hjernestammen (6).

Alle primære baner ligger i bagstrengen i medulla spinalis og er derfor identiske med bagstrengsbaner.

Ledningsbaner i rygmarven,

- afferente (sensitive)
- sekundære

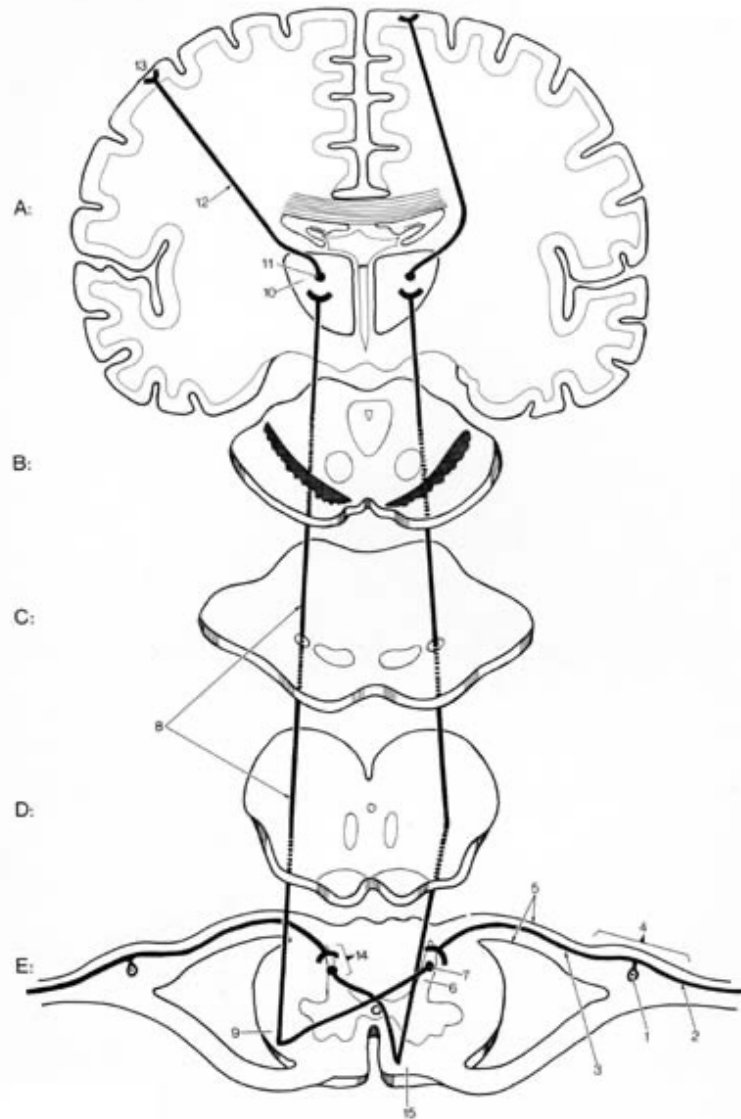


fig. 63

En **sekundær ledningsbane** har synapsen mellem første og andet neuron liggende i baghornet (6).

Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)

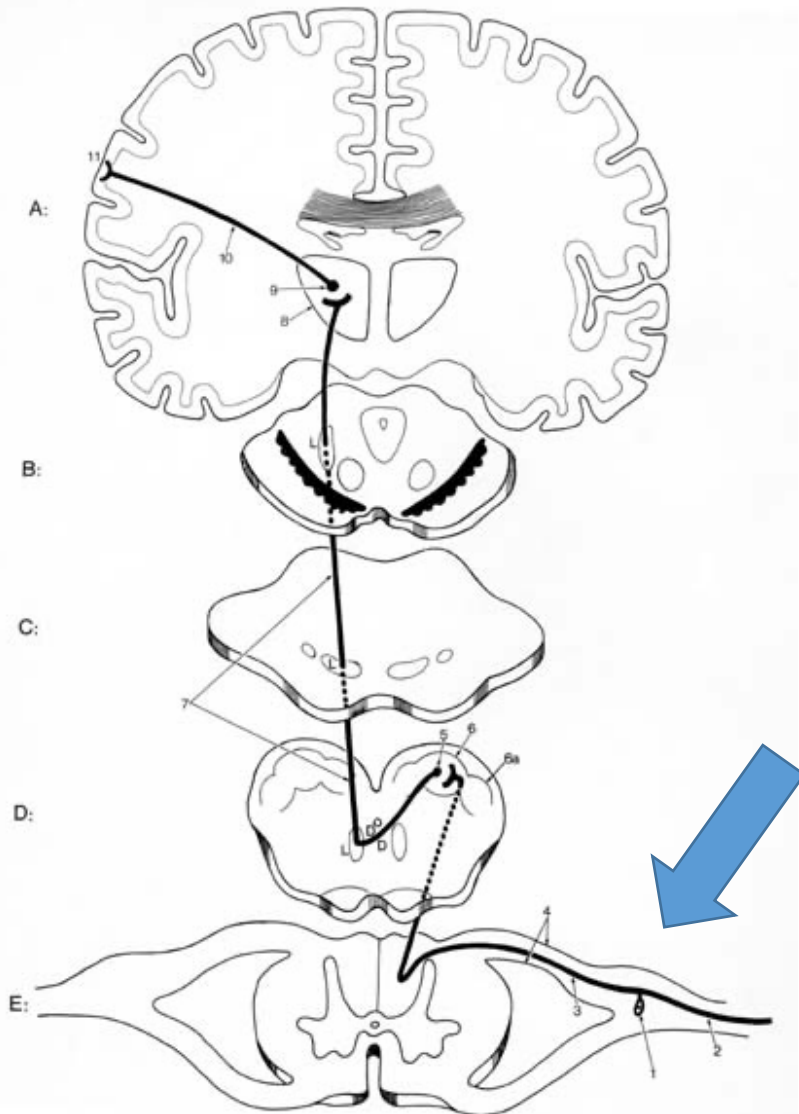


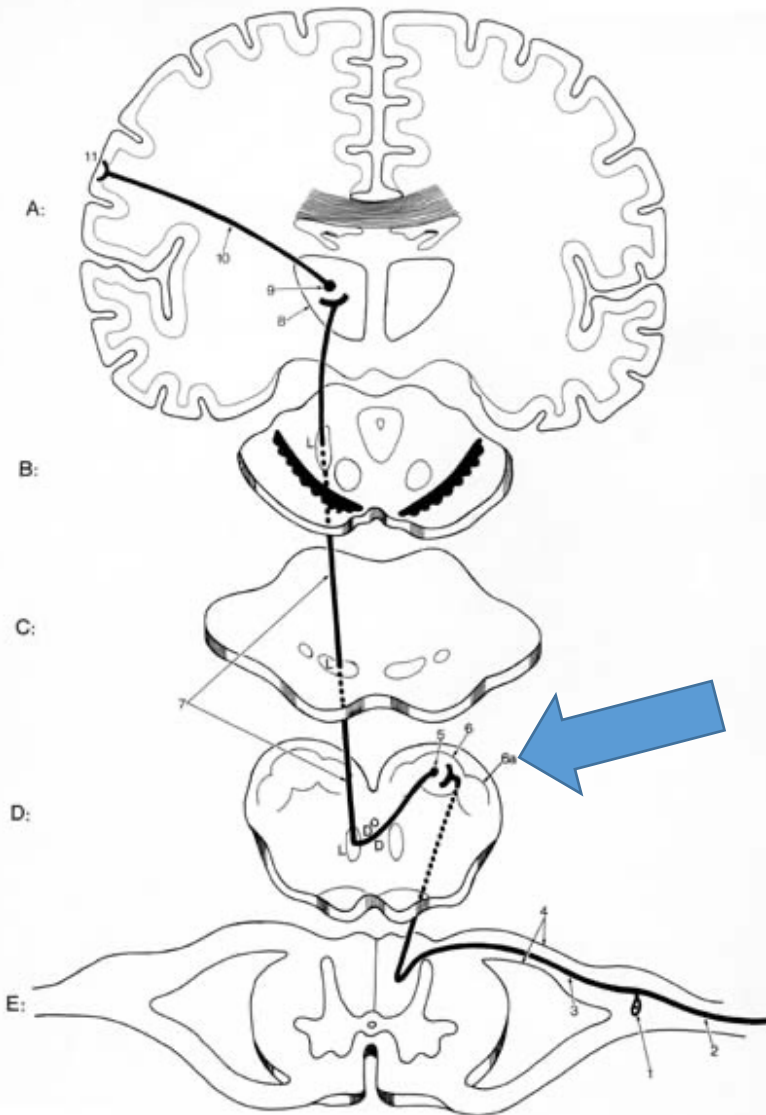
Fig. 61

Første neuron (1), (2) og (3) i en primær sensitiv ledningsbane er en pseudounipolar nervecelle, hvis cellelegeme (1), dvs neuronets trofisk centrum, ligger i et spinalganglion.

Dendriten (2) fører impulser fra periferien, og de fortsætter gennem neuriten (3), der løber til medulla spinalis gennem radix posterior (4).

Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)



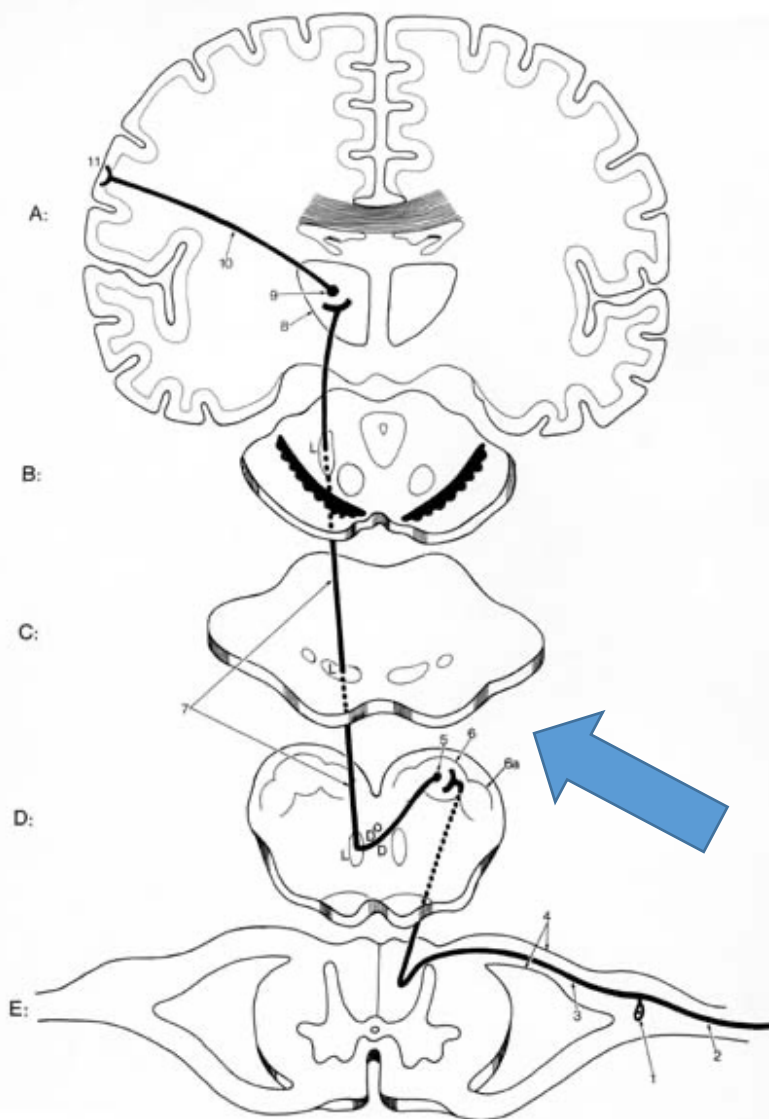
Første neuron (1), (2) og (3) i en primær sensitiv ledningsbane er en pseudounipolar nervecelle, hvis cellelegeme (1), dvs neuronets trofisk centrum, ligger i et spinalganglion. Dendriten (2) fører impulser fra periferien, og de fortsætter gennem neuriten (3), der løber til medulla spinalis gennem radix posterior (4).

Første neuron danner ikke synapse i medulla spinalis, men neuriten ascenderer i bagstrengen, til *medulla oblongata* (snit D), hvor den danner synapse med *andet neuron* (5) i en *bagstrengskerne* (6).

Da vi kun træffer første neuron i medulla spinalis, kaldes banen for primær, og første neuron strækker sig altså fra periferien til en bagstrengskerne i medulla oblongata.

Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)



Første neuron (1), (2) og (3) i en primær sensitiv ledningsbane er en pseudounipolar nervecelle, hvis cellelegeme (1), dvs neuronets trofisk centrum, ligger i et spinalganglion. Dendriten (2) fører impulser fra periferien, og de fortsætter gennem neuriten (3), der løber til medulla spinalis gennem radix posterior (4).

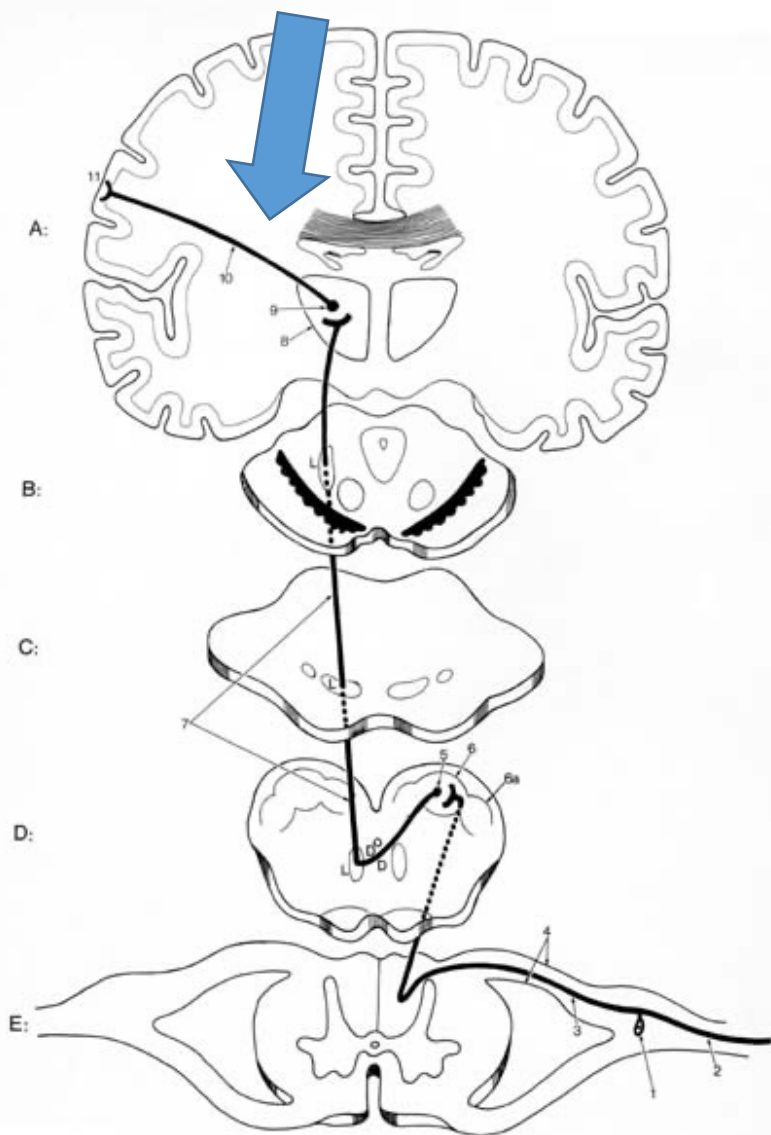
Første neuron danner ikke synapse i medulla spinalis, men neuriten ascenderer i bagstrengen, til medulla oblongata (snit D), hvor den danner synapse med andet neuron (5) i en bagstrengskerne (6).

Da vi kun træffer første neuron i medulla spinalis, kaldes banen for primær, og første neuron strækker sig altså fra periferien til en bagstrengskerne i medulla oblongata.

Andet neuron er en multipolar nervecelle (5,7), der strækker sig fra en bagstrengskerne (6 eller 6a) til thalamus (8) i modsat side. Cellelegemet (5), og dermed *trofisk centrum* for neuronet, ligger i en *bagstrengskerne* (6), og det er neuriten (7), der krydser midtlinien.

Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)



Første neuron (1), (2) og (3) i en primær sensitiv ledningsbane er en pseudounipolar nervecelle, hvis cellelegeme (1), dvs neuronets trofisk centrum, ligger i et spinalganglion. Dendriten (2) fører impulser fra periferien, og de fortsætter gennem neuriten (3), der løber til medulla spinalis gennem radix posterior (4).

Første neuron danner ikke synapse i medulla spinalis, men neuriten ascenderer i bagstrengen, til medulla oblongata (snit D), hvor den danner synapse med andet neuron (5) i en bagstrengskerne (6).

Da vi kun træffer første neuron i medulla spinalis, kaldes banen for primær, og første neuron strækker sig altså fra periferien til en bagstrengskerne i medulla oblongata.

Andet neuron er en multipolar nervecelle (5,7), der strækker sig fra en bagstrengskerne (6 eller 6a) til thalamus (8) i modsat side. Cellelegemet (5), og dermed trofisk centrum for neuronet, ligger i en bagstrengskerne (6), og det er neuriten (7), der krydser midtlinien.

Tredie neuron er en multipolar nervecelle (9) og (10), der strækker sig fra thalamus (8) til cortex cerebri, gyrus postcentralis (11). Trofisk centrum for tredje neuron er cellelegemet (9) i thalamus (8).^{N2, 16}

Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)

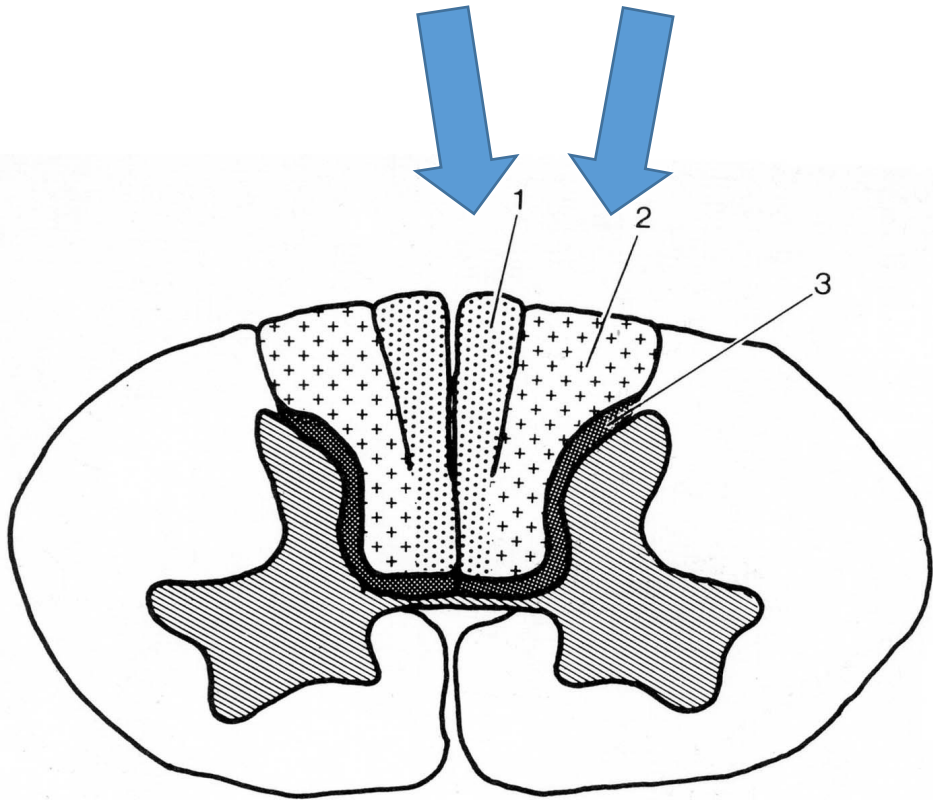


fig. 61 A I **bagstrengen** i medulla spinalis ordner projektionsbanerne sig i to grupper:

- En mediant (1), der fører impulser fra *underekstremitet og nederste del af kroppen* og
- en gruppe lateralt (2), der fører impulser fra *overekstremitet og øverste del af kroppen*.

og (3) er en *associationsbane*

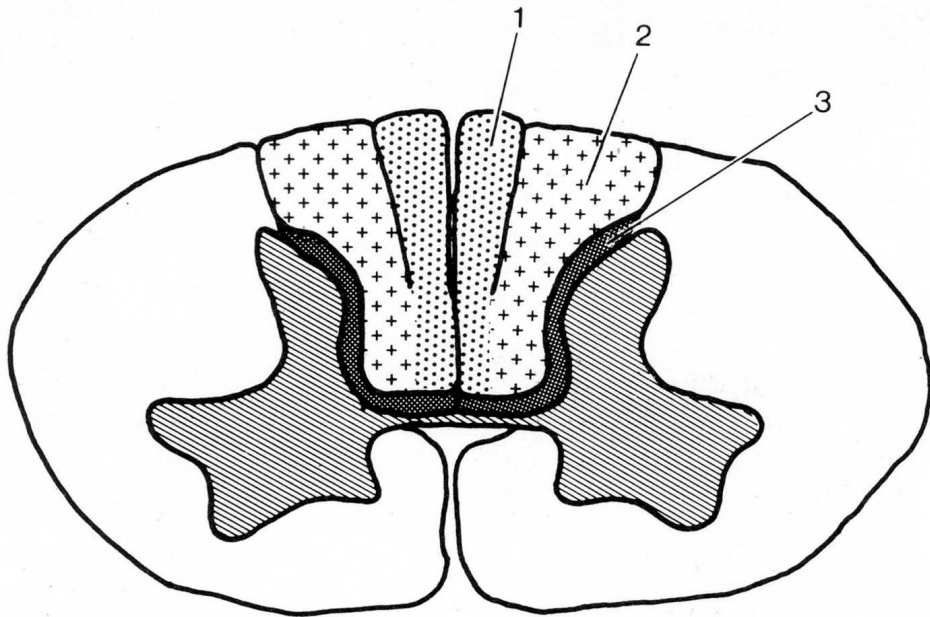
Ledningsbaner i rygmarven

- Primære sensitive ledningsbaner (bagstrengsbaner)

FUNKTION

fig. 61 A Bagstrengsbanerne fører:

- *dybdesensibilitet*, dvs proprioceptive impulser fra muskler, sener og led samt
- *tryk- og berøringsindtryk* fra huden på krop og ekstremiteter.



Patienter med læsion af bagstrengsbanerne kan stå normalt, når de kan se, men lukker de øjnene, falder de, idet de mangler orienteringen om kroppens stilling i rummet på grund af den manglende dybdesensibilitet.

Gangen er 'spjættende' og usikker. Det gælder især, når de ikke kontrollerer benenes stilling med synet.

Ledningsbaner i rygmarven

- Sekundære sensitive ledningsbaner

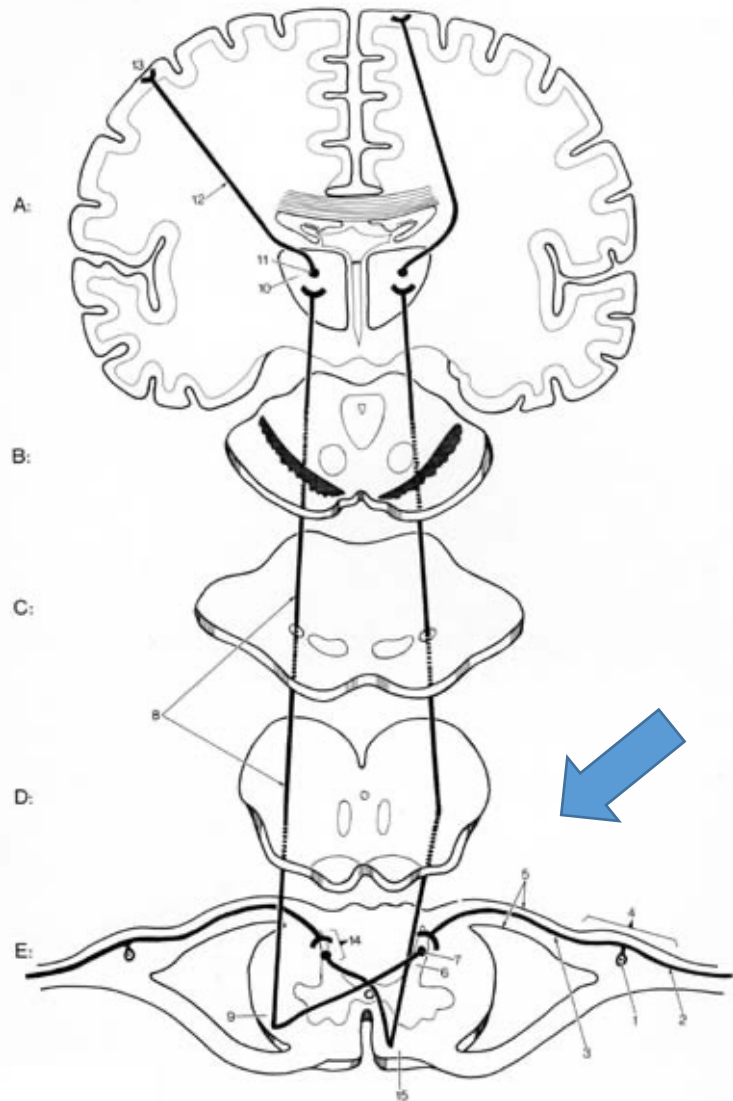
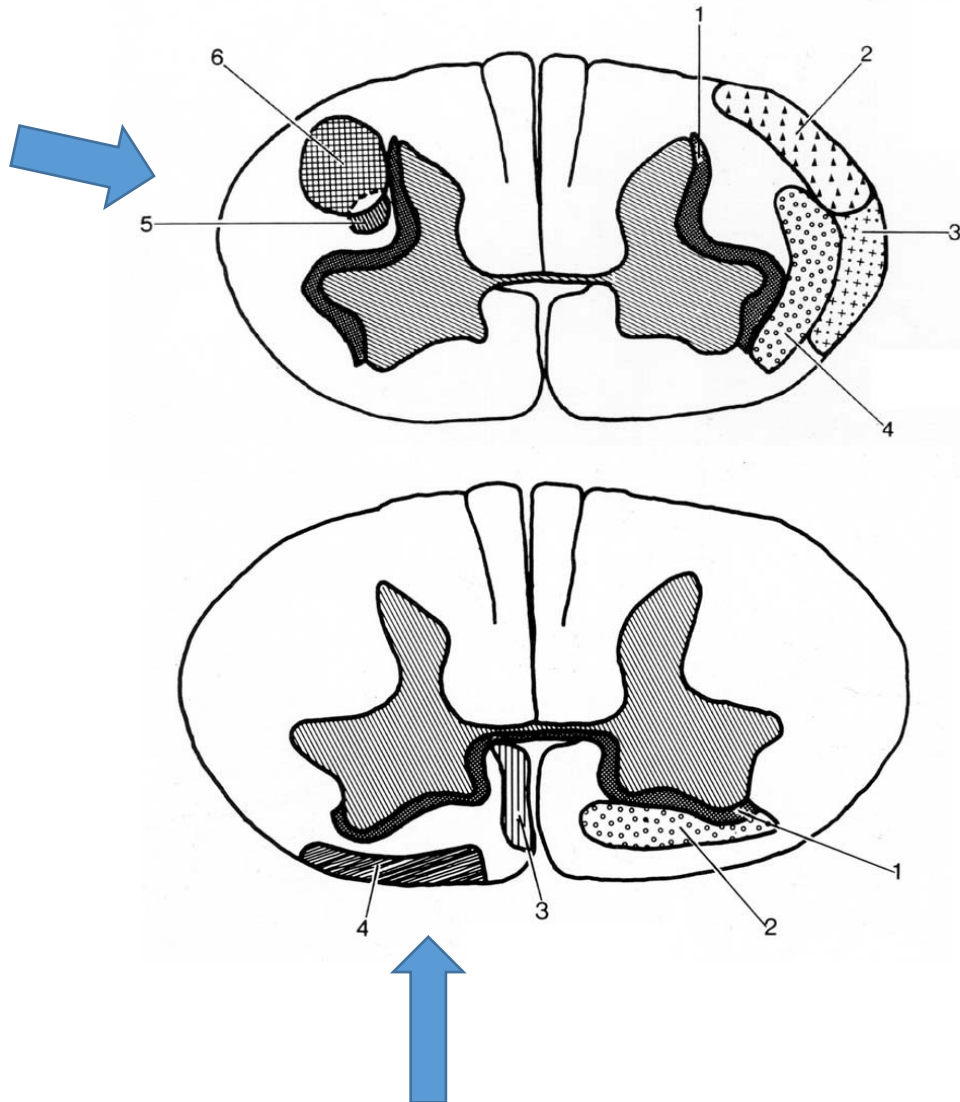


Fig. 63 Synapsen mellem første og andet neuron i en **sekundær ledningsbane** ligger i rygmarvens baghorn, dvs, andet neuron er repræsenteret i rygmarven i modsætning til primære sensitive ledningsbaner, hvor det kun er første neuron, der findes i rygmarven.

Ledningsbaner i rygmarven

- Sekundære sensitive ledningsbaner



Synapsen mellem første og andet neuron i en sekundær ledningsbane ligger i rygmarvens baghorn, dvs, andet neuron er repræsenteret i rygmarven i modsætning til primære sensitive ledningsbaner, hvor det kun er første neuron, der findes i rygmarven.

fig. 61 B Sekundære sensitive ledningsbaner findes i rygmarvens sidestreg og **fig. 61 C** forstreg.

De primære sensitive ledningsbaner er udelukkende placeret i bagstrengen.

Ledningsbaner i rygmarven

- Sekundære sensitive ledningsbaner

Centralnervesystem 32G

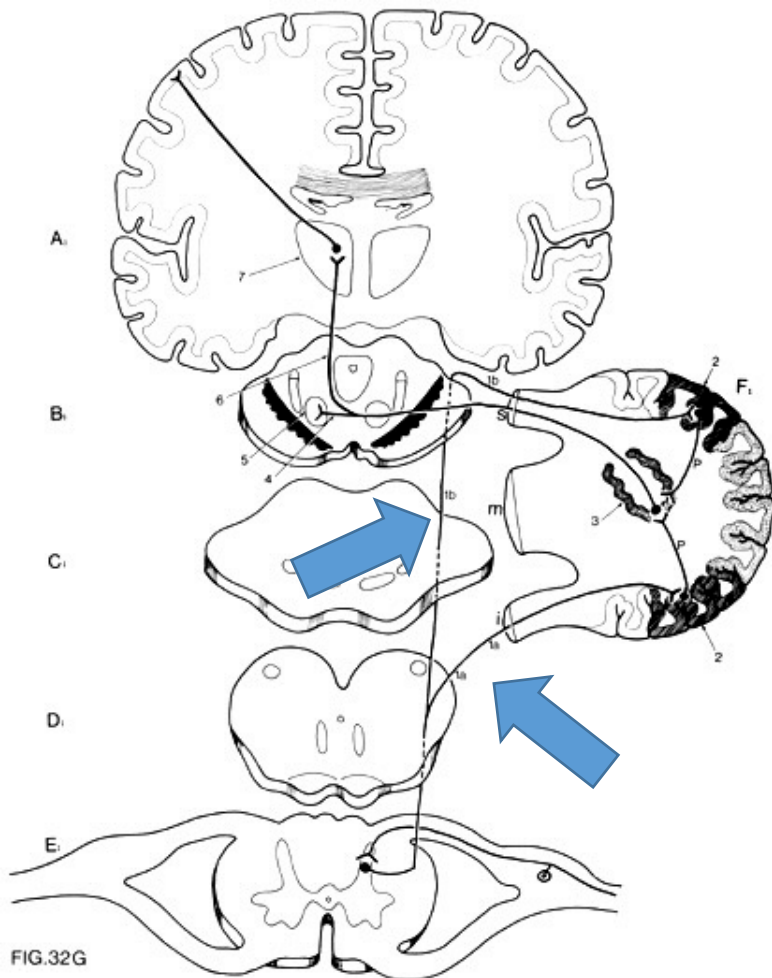


fig. 32G

Ledningsbanerne fra rygmarven til lillehjernen (1a) og (1b) går til *paleocerebellum* (2).

De fører *dybdesensibilitet*, dvs proprioceptive impulser. Derved orienteres cerebellum om musklernes spændingstilstand, leddenes stilling mv, uden at denne orientering bliver bevidst.

Det er bl a på grundlag af oplysningerne gennem disse ledningsbaner at cerebellum kan foretage justeringer og korrektioner af bevægelser (grove bevægelser bl a gang), der planlægges af storhjernen.

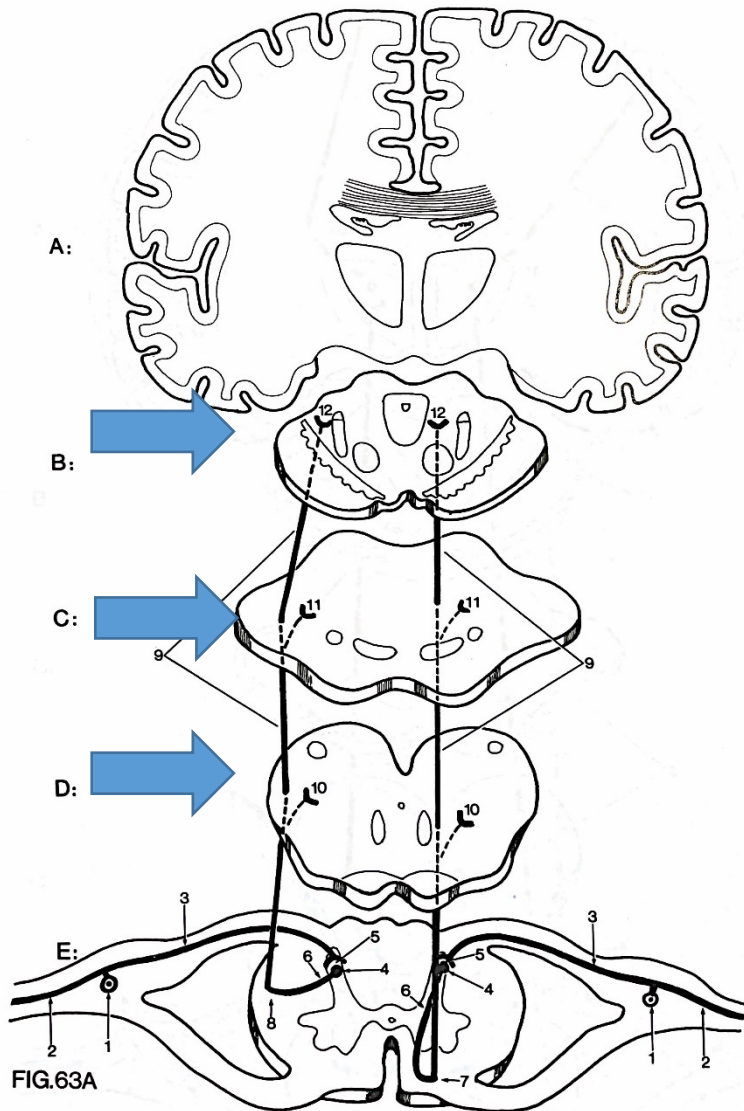
Ledningsbaner i rygmarven - sekundære sensitive ledningsbaner

fig. 63 A

Her ledningsbaner der fører nerveimpulser fra periferien til **formatio reticularis** (10), (11) og (12) i hjernestammen.

(5) er synapsen mellem første og andet neuron.

Funktion omtales under beskrivelsen af **formatio reticularis**.



Ledningsbaner i rygmarven

- Afferente
- Efferente

Ledningsbaner i rygmarven

Efferente motoriske ledningsbaner - pyramidebaner

Efferente eller *motoriske rygmarvsbaner* fører impulser fra hjernen til rygmarvens forhorn. Der er to hovedtyper af forbindelser mellem de motoriske centre i hjernen og de forhornsceller i rygmarven.

Pyramidebaner

Forbindelsen kan være direkte uden synapser undervejs. Disse neuriter fra *pyramideceller* - med pyramideformet cellelegeme - i cortex cerebri ender i medulla spinalis med en synapse direkte på en forhornscelle eller på et indskudsneuron, som er koblet til forhornscellen. Den type ledningsbaner fra cortex cerebri kaldes *pyramidebaner*.

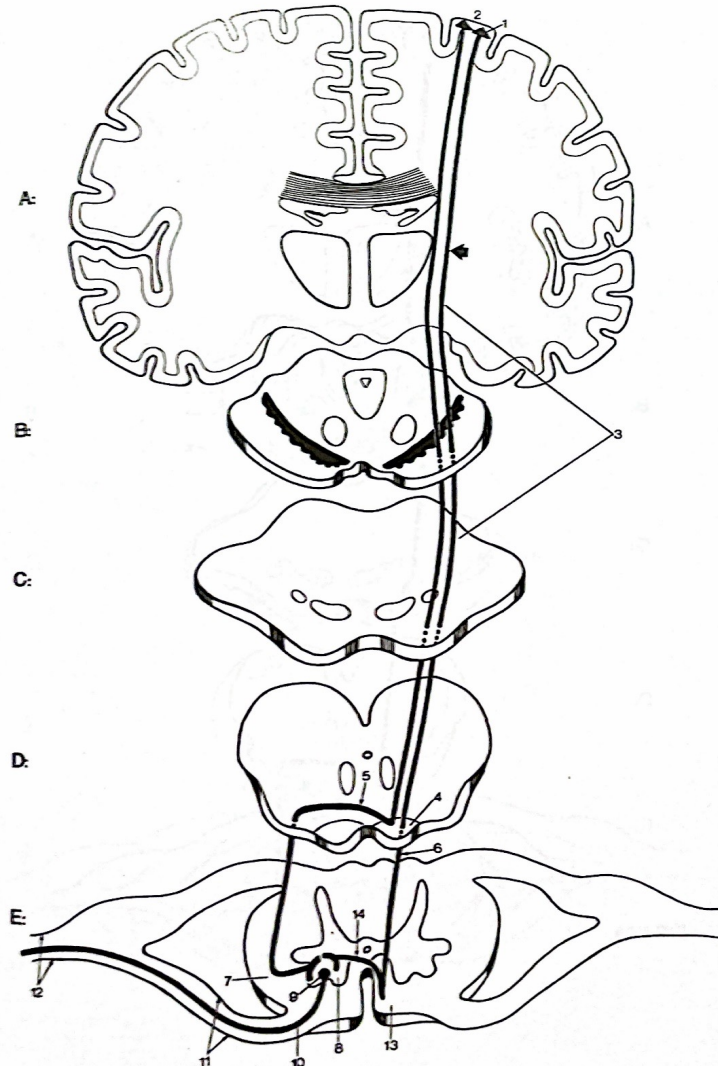
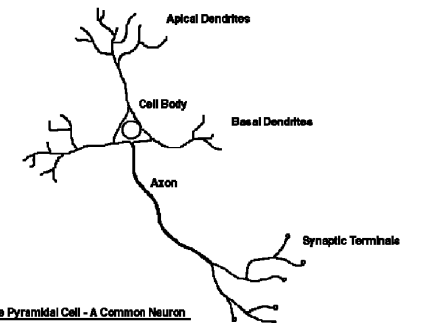
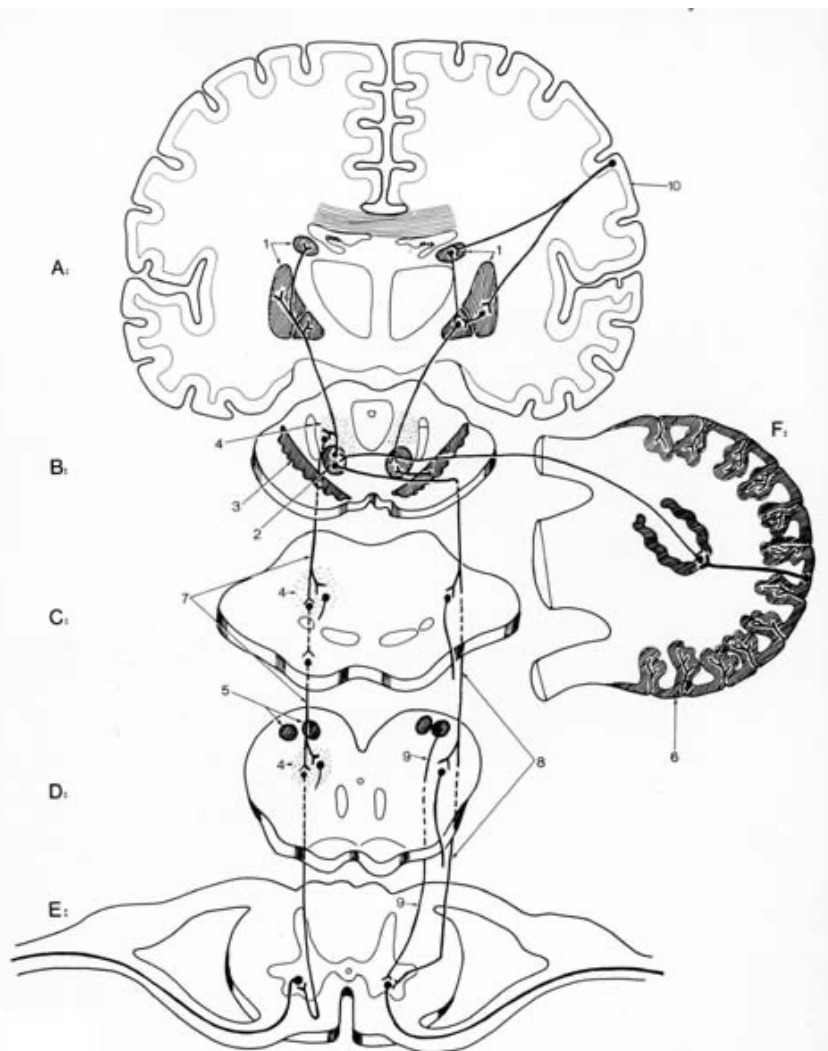


FIG.64



Ledningsbaner i rygmarven

Efferente motoriske ledningsbaner - ekstrapyramidale baner



Efferente eller motoriske rygmarvsbaner fører impulser fra hjernen til rygmarvens forhorn. Der er to hovedtyper af forbindelser mellem de motoriske centre i hjernen og de motoriske forhornsceller i rygmarven.

Pyramidebaner

Forbindelsen kan være direkte uden synapser undervejs. Disse neuriter fra cortex cerebri ender i medulla spinalis med en synapse direkte på en forhornscelle eller på et indskudsneuron, som er koblet til forhornscellen. Den type ledningsbaner fra cortex cerebri kaldes pyramidebaner.

Ekstrapyramidale baner

De øvrige forbindelser til den motoriske forhornscelle kaldes for de *ekstrapyramidale baner*, hvor neuriten kommer fra nerveceller i kerneområder i hjernestammen. Neuriter fra cerebellum kan påvirke disse subcortical kerneområder, eksempelvis *nucleus ruber*, *substantia nigra*, *formatio reticularis* og *vestibularkerner*, og derved ændre på impulserne til den motoriske forhornscelle.

Hvad gør pyramidebaner og ekstrapyramidale system, hvad er forskellen ?

Pyramidebaner

er meget vigtige fx for aktivering af muskelgrupper i forbindelse med bevægelser, der kræver stor opmærksomhed

Det ekstrapyramidale system

er meget vigtigt fx for aktivering af muskelgrupper i forbindelse med stabil kropstilling og glidende bevægelser (fx gang).

Ledningsbaner i rygmarven

Pyramidebaner - Pyramidesidestrengsbanen

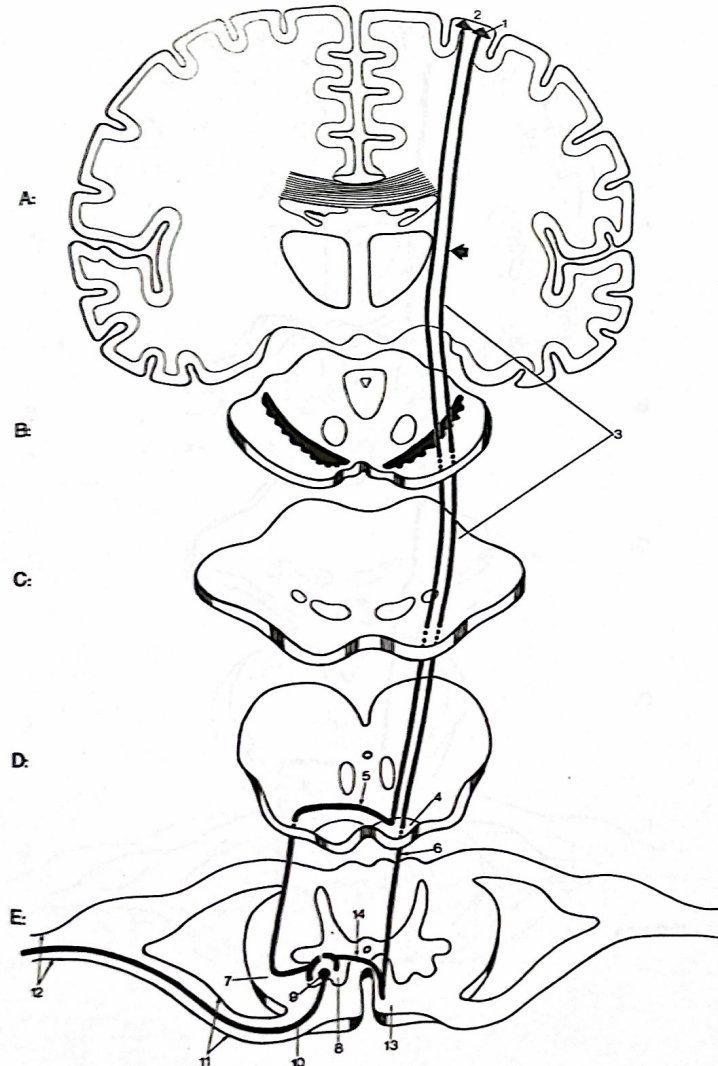


FIG.64

fig. 64 Pyramidesidestrengsbanen, består af to lange neuroner.

- Første neuron strækker sig fra hjernebark (2) til forhorn (8)
- Andet neuron fra forhorn (8) til periferi (muskel).

Det første neuron har *trofisk centrum* i den motoriske del af hjernebarken, *gyrus præcentralis* (2). Nervecellelegemet er *pyramideformet* og ikke stjerneformet som i almindelige multipolare nerveceller.

Neuriten løber gennem *capsula interna* (pil) og fortsætter til hjernestammen. Her løber den gennem *mesencephalon* (snit B), hvor den ligger i *crus cerebri*. Derefter gennem *pons* (snit C), hvor den ligger fortil, og til *medulla oblongata* (snit D). Nedadtil i medulla oblongata krydser neuriten (5) midtlinien i *decussatio pyramidum* (5). Den fortsætter i medulla spinalis (snit E), hvor den løber ned gennem sidestrengen (7) til en forhornscelle, dvs en multipolar nervecelle, hvis cellelegeme (9) ligger i forhornet (8).

Forhornscellen er trofisk centrum for **det andet neuron**, og neuriten (10) herfra forlader medulla spinalis gennem radix anterior (11) og løber videre i spinalnerven (12).

Ledningsbaner i rygmarven

Pyramidebaner - Pyramideforstrengsbanen

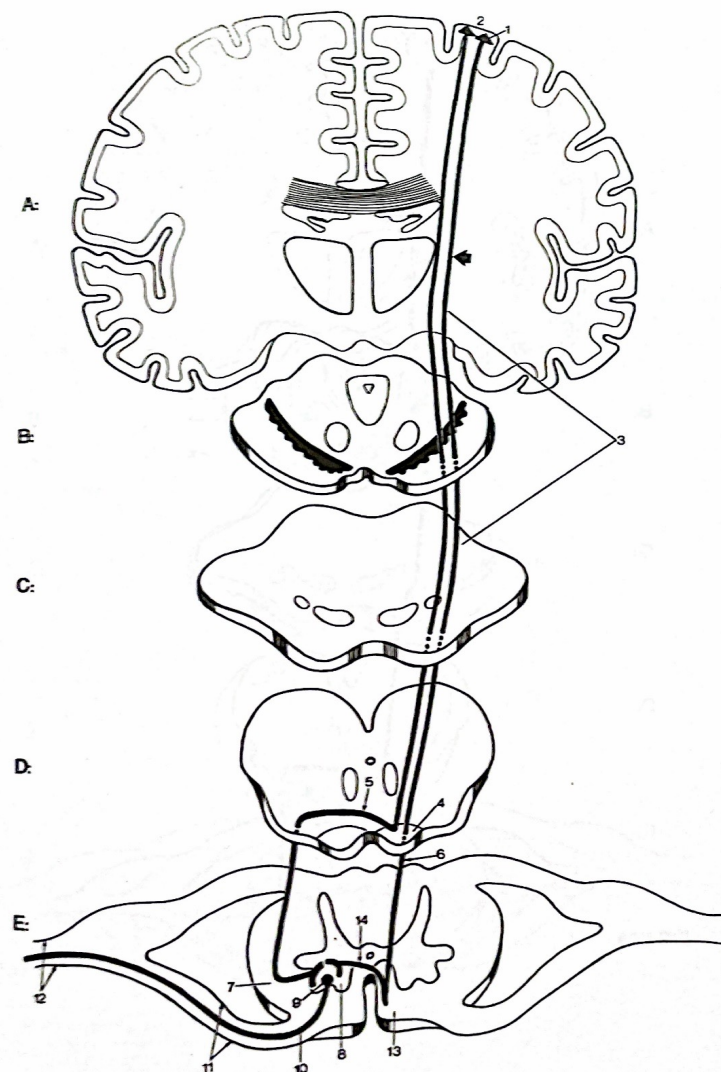


FIG.64

fig. 64

Pyramideforstrengsbanen udgør kun 1/4 af de pyramidebaner, der går til rygmarven. Pyramideforstrengsbanen, består også af to lange neuroner:

- **Første neuron** har igen trofisk centrum (1) i gyrus præcentralis, og neuriten løber gennem capsula interna (pil) og hjernestammen. Pyramideforstrengsbanens neurit fortsætter (6) ukrydset til medulla spinalis, hvor den løber i *forstrengen* (13). Midtlinien (14) krydses først i den højde, hvor **andet neuron** har trofisk centrum (9), og højden afhænger af, hvilken tværstribet skeletmuskel det pågældende neuron skal innervere.
- **Andet neuron** har *synapsen* mellem første og andet neuron i forhornet (8), og andet neurons *neurit* (10) løber perifert gennem radix anterior (11).

Pyramidebanerne i for- og sidestreg sender impulser til tværstribet muskulatur innerveret af rygmarvsnerver.

Pyramideforstrengsbanen krydser i medulla spinalis, og indtil krydsningen løber de i forstrengen (13).

Pyramidesidestregsbane krydser i (5) i medulla oblongata. Efter krydsningen løber de i sidestreg (7) i medulla spinalis.

Ledningsbaner i rygmarven

Pyramidebaner KLINIK

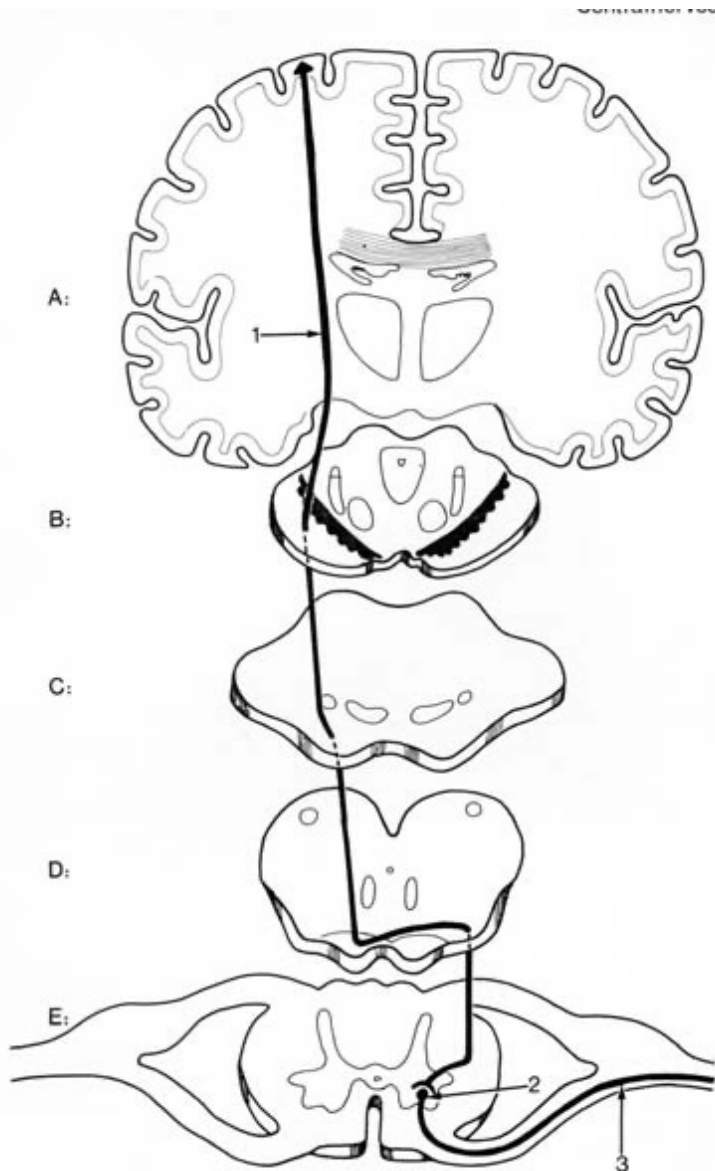


fig. 64A Ved beskadigelse af første neuron (1) i pyramidebanerne fås en central også kaldet **supranucleær lammelse**. Årsagen er ofte blødning i capsula interna.

En beskadigelse af andet neuron resulterer i en perifer lammelse:

- Lammelsen kaldes *nucleær*, hvis det er cellelegemerne (2) i forhornet, der er beskadiget,
- og *infranucleær*, hvis det er forhornscellernes neuriter (3), der er læderet.

En **nucleær lammelse** ses ved **polio**, og en **infranucleær lammelse** ses ved perifere nervelæsioner.

Karakteristisk for en **perifer lammelse** er

- mangel på reflekser, *arefleksi*,
- bortfald af tonus, *atoni* og
- efterhånden svind af muskulaturen, *atrofi*.

Årsag til symptomer

- Årsagen til *arefleksi* er læsionen af andet neuron, der fungerer som det efferente neuron i en refleksbue.
- Muskeltonus opretholdes gennem reflekser. Derfor er det klart, at *atoni* indtræder, når refleksbuernes efferente neuron ødelægges.
- Når muskler mangler nerveforsyning indtræder *inaktivitetsatrofi*, dvs, muskulaturen svinder, fordi den ikke kan bruges.

Ledningsbaner i rygmarven

Pyramidebaner KLINIK

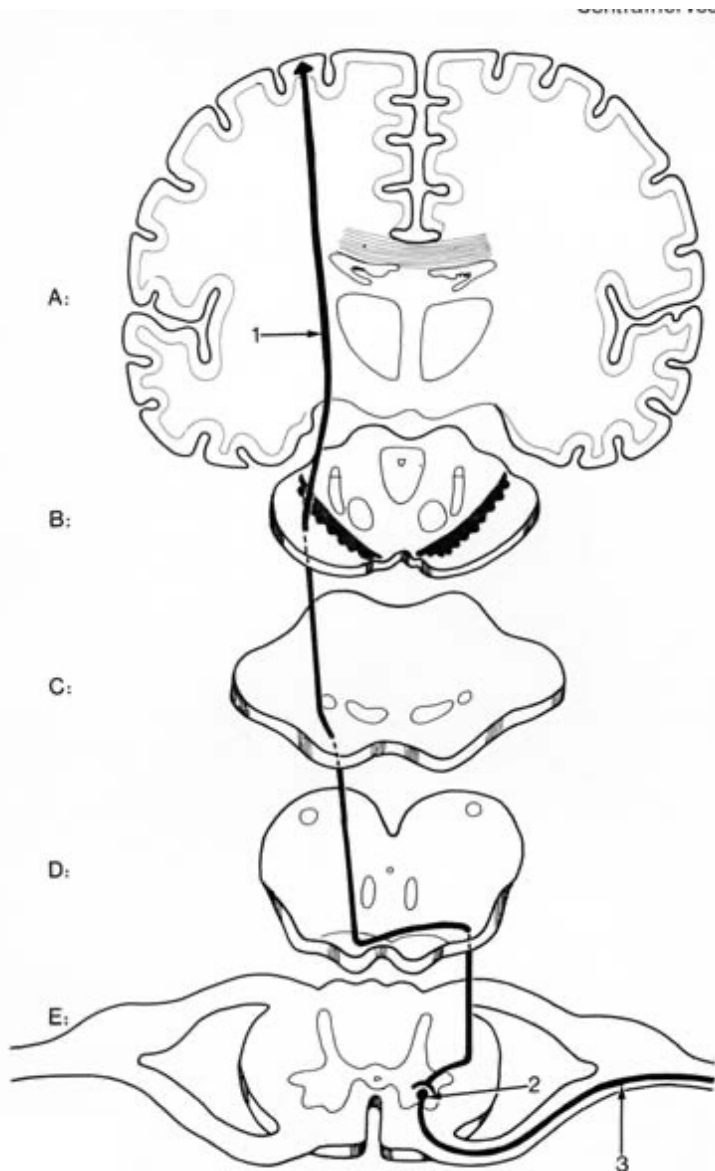


fig. 64A Ved en **central lammelse**, der hyppigst skyldes blødning i capsula interna, er symptomerne:

- *reflekserne er livlige,*
- *tonus udtalt og der mærkes en vis 'stivhed' i muskulaturen*
- *spasticitet, der vanskeliggør passive bevægelser i leddene. Det vil sige, at det fx er vanskeligt for undersøgeren at bøje patientens arm.*

Årsag til symptomer

- *refleksbuerne er intakte*
- *formatio reticularis, med sin overvejende fremmende virkning på tonus, hæmmes ikke længere fra højereliggende områder*
- *muskelstivheden spasticiteten, er meget karakteristisk og skyldes øget proprioceptiv refleksvirksomhed. Når undersøgeren prøver at bøje patientens arm i albuen, strækkes musklerne på bagsiden af armen. Fra muskeltenene her udløses afferente impulser til forhornsceller, som innerverer musklerne på bagsiden af armen. Musklerne kontraherer sig, og da de fungerer som strækkemuskler for albueleddet, modvirker de bøjebbevægelsen. Armen føles derfor unaturlig stiv. De samme reflekser udløses også normalt, men her dæmpes de af hjernen, og derfor kan armen hos en rask person bøjes uden modstand.*

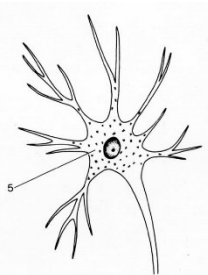
Ledningsbaner i rygmarven

Pyramidebaners og det ekstrapyramidale systems *funktion*

fig. 64E

Selv om **pyramidebanerne** er meget vigtige fx for aktivering af muskelgrupper i forbindelse med bevægelser, der kræver stor opmærksomhed, så har **det ekstrapyramidale system** stor betydning for aktivering af muskelgrupper, hvor et vel afstemt samspil er nødvendigt for stabil kropstilling og balance eller glidende bevægelser (fx gang).

Når vi rejser os fra en stol og begynder at gå, er de første bevægelser bevidste og kræver megen opmærksomhed, de er først og fremmest styret gennem pyramidebanerne. Hvis vi fortsætter med at gå, tager det ekstrapyramidale system mere og mere over, bevægelserne bliver nærmest automatiske, så man ikke behøver at tænke over hvert skridt, man tager.



Den *motorisk forhornscelle* (5) 'bombarderes' således med impulser fra både hjernebark gennem pyramidebanerne (1) og fra subcorticale kerner hørende til det ekstrapyramidale system gennem forskellige baner.

De enkelte signaler til forhornscellen kan være **fremmende** eller **hæmmende**, og det er *det samlede resultat*, der bestemmer styrken af de signaler, forhornscellen videresender til de muskelceller, den innerverer.

Ledningsbaner i hjernen

Ledningsbaner i hjernen

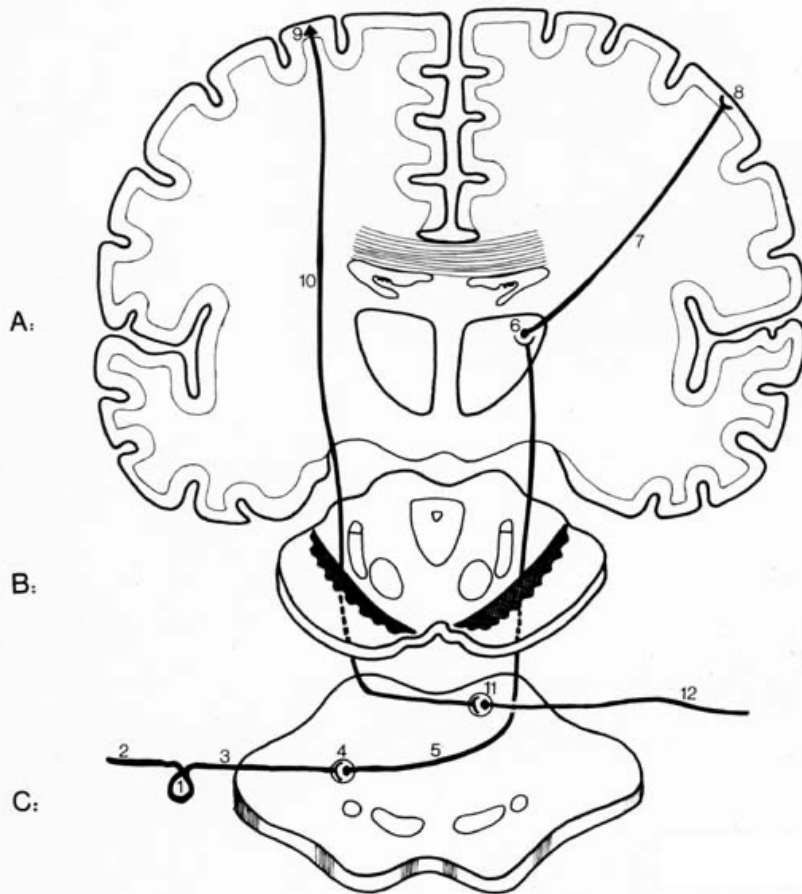
Efferente nervetråde

fig. 64G Det er vigtigt at fastslå, at ledningsbanerne med forbindelse til hjernenerverne principielt løber og fungerer på helt samme måde, som ledningsbanerne med forbindelse til rygmarsnerverne.

Hjernenerverne har apparent udspring fra hjernestammen, og banernes forløb udenfor denne del af centralnervesystemet sker gennem nerver, vi kalder hjernenerver, mens forløbet af nervebanerne udenfor rygmarven sker gennem rygmarsnerver.

I begge tilfælde vil de **efferente ledningsbaner** til de motoriske endeplader i den tværstribede muskulatur omfatte to neuroner, hvor andet neuron enten har sit trofiske centrum i en motorisk hjernenervekerne i hjernestammen eller i en motorisk forhornselle i medulla spinalis og herfra fortsætte til effektororganet, den motoriske endeplade.

Og i begge tilfælde gælder definitionen på en **motor unit**, som er en motorisk nervecelle med alle de tværstribede muskeltråde, den innerverer. I muskler med betydning for fine og præcise bevægelser er der langt færre muskeltråde pr nervecelle end i eksempelvis sædemusklen.



Ledningsbaner i hjernen

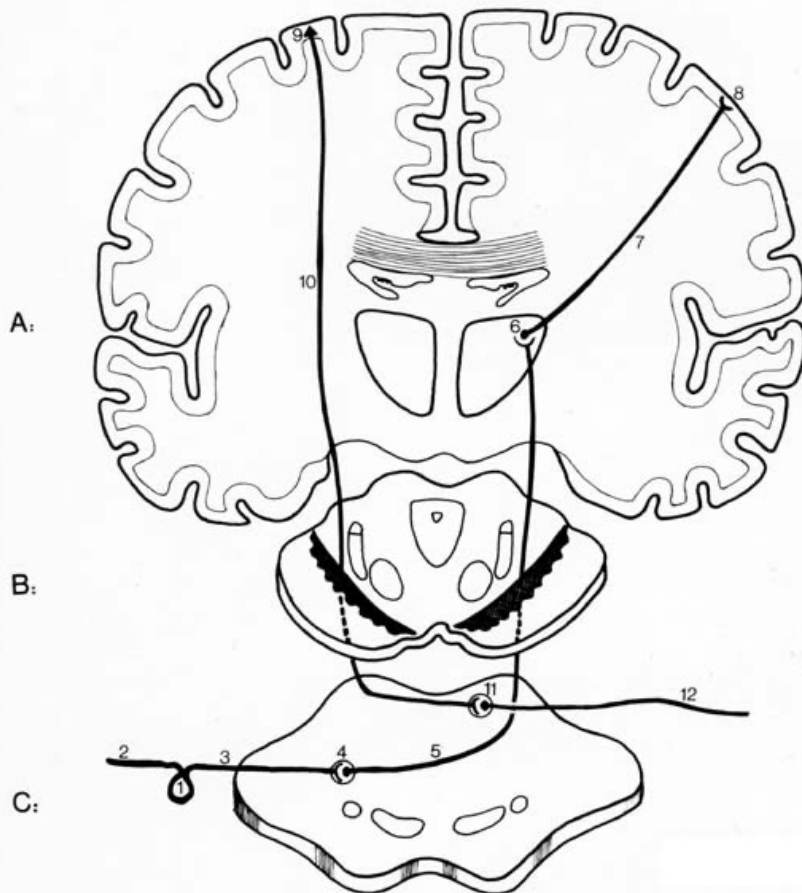
Afferente nervetråde

fig. 64G På samme måde er forløbet af de afferente nervetråde opbygget identisk. Dendriten fra en pseudounipolar nervecelle (eller i sjældne tilfælde en bipolar) fører impulsen fra receptororganet i periferien i retning mod centralnervesystemet. Nervecellelegemet for dette neuron, som er det første i ledningsbanen, ligger i et sensitivt ganglie.

Når det drejer sig om de *afferente nervetråde* i **rygmarvsnerverne**, ligger den pseudounipolare nervecelle, dvs det trofiske centrum for første neuron, i et spinalganglie. Herfra fortsætter neuriten gennem radix posterior til medulla spinalis.

Når det drejer sig om de *afferente nervetråde* i **hjernen**, begynder det første neuron igen med at lede impulser fra receptororganet gennem dendriten og ind til et sensitivt hjernenerveganglie, der sædvanligvis består af pseudounipolare nerveceller nøjagtig som ved spinalganglierne.

Fra det sensitive hjernenerveganglie, der samtidig er trofisk centrum for første neuron i den sensitive hjernenervebane, fortsætter neuriten ind i hjernestammen, hvor den ender med at danne synapse i en terminalkerne.



Ledningsbaner i hjernen

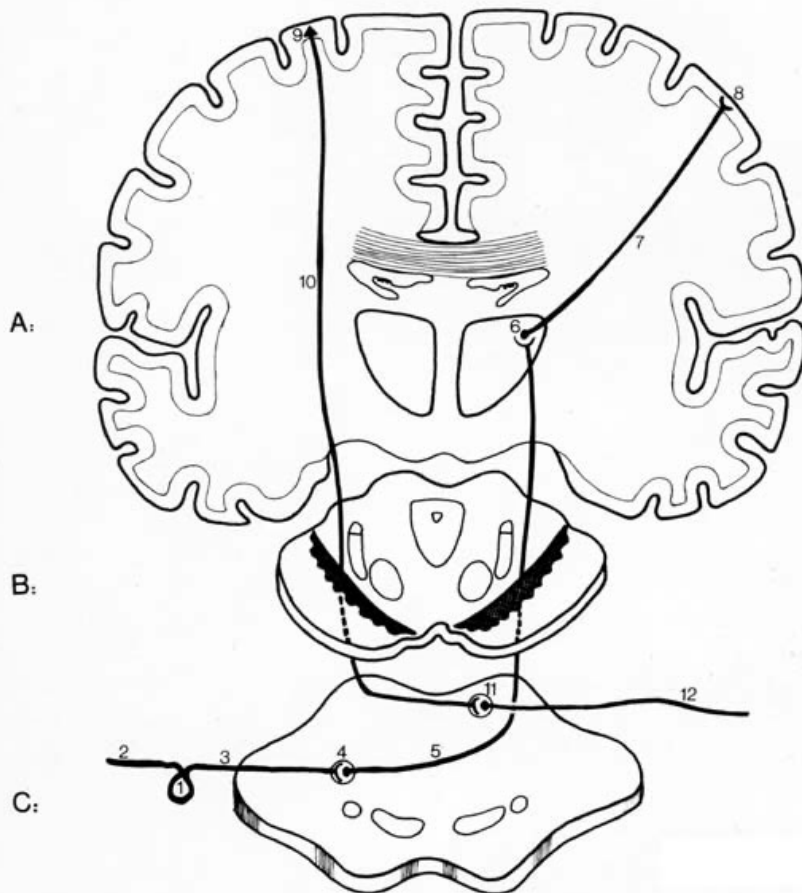
Afferente sensitive nervetråde

fig. 64G

Første neuron (1,2,3) i en sensitiv hjernenervebane er som hovedregel en pseudounipolar nervecelle. Trofisk centrum, dvs cellelegemet (1), ligger i et sensitivt hjernenervegion. Dendriten (2) modtager fx sensitive indtryk fra huden på ansigtet eller slimhinden i mundhulen, og neuriten (3) fortsætter gennem hjernenerven til en *sensitiv hjernenervekerne* (4) i hjernestammen, hvor den danner synapse med en multipolar nervecelle.

Neuriten **fra andet neuron** (5) i den sensitive hjernenervekerne krydser midtlinien og ascenderer i hjernestammen til thalamus, hvor den danner synapse med tredje neuron (6), en multipolar nervecelle, hvis neurit (7) går til hjernebarken, gyrus postcentralis (8). Ligheden med de sensitive rygmarvsbaner må siges at være slående.

Når alle de forskellige sensitive ledningsbaner løber op gennem hjernestammen, vil banerne, der dannes af andet neuron, danne et tydeligt bundt eller bånd. Da hjernenerve nr. 5, n. trigeminus, er følelserne for hele ansigtet, indeholder den så mange sensitive nervetråde, at forløbet af andet neuron fra de sensitive trigeminuskerner til thalamus danner et bundt.



Ledningsbaner i hjernen

Efferente motoriske ledningsbaner

fig. 64G

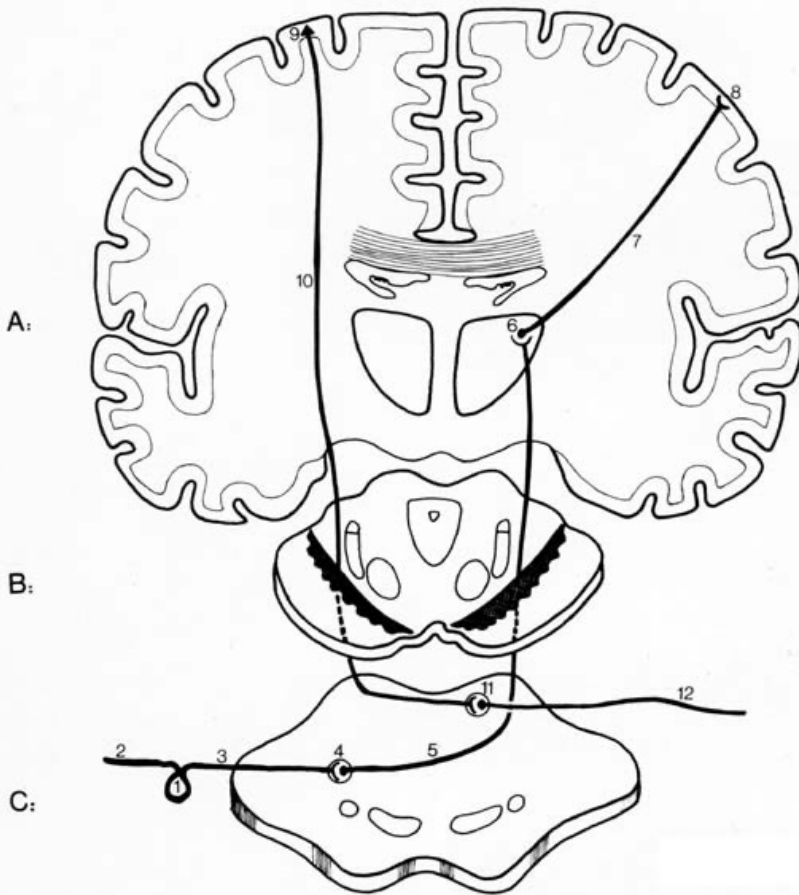
Når vi har omtalt pyramidebaner indtil nu, har vi kun beskæftiget os med de motoriske pyramidebaner til medulla spinalis. I virkeligheden omfatter pyramidebaner efferente eller motoriske baner til både medulla spinalis og til motoriske hjernenervekerer i hjernestammen.

Da pyramidebanerne til medulla spinalis omfatter langt de fleste nervetråde, bruges betegnelsen 'pyramidebane' ofte om dem alene, og det er forkert. De pyramidebaner, der går til hjernenervekerer, hører også med.

Første neuron i alle pyramidebaner er en multipolar nervecelle (9) med et pyramideformet cellelegeme i den motoriske zone af cortex cerebri. Neuriten (10) går gennem capsula interna til hjernestammen, og når den skal til en motorisk hjernenervekerne (11), ender den i hjernestammen, idet den danner synapse med en multipolar nervecelle i den pågældende kerne (11). De fleste aksoner (10) krydser midtlinien inden synapsen.

Neuriter, der danner synapse i oculomotorius eller trochleariskernen, ender i mesencephalon (B), mens neuriter, der skal til trigeminus- eller facialiskernen, først ender i pons (C).

Andet neuron har trofisk centrum i den motoriske kerne (11), der fungerer som forhorn, og neuriten (12) løber perifert som en tråd i den hjernenerve, den hører til.



Reflekser

Ledningsbaner

REFLEKSER

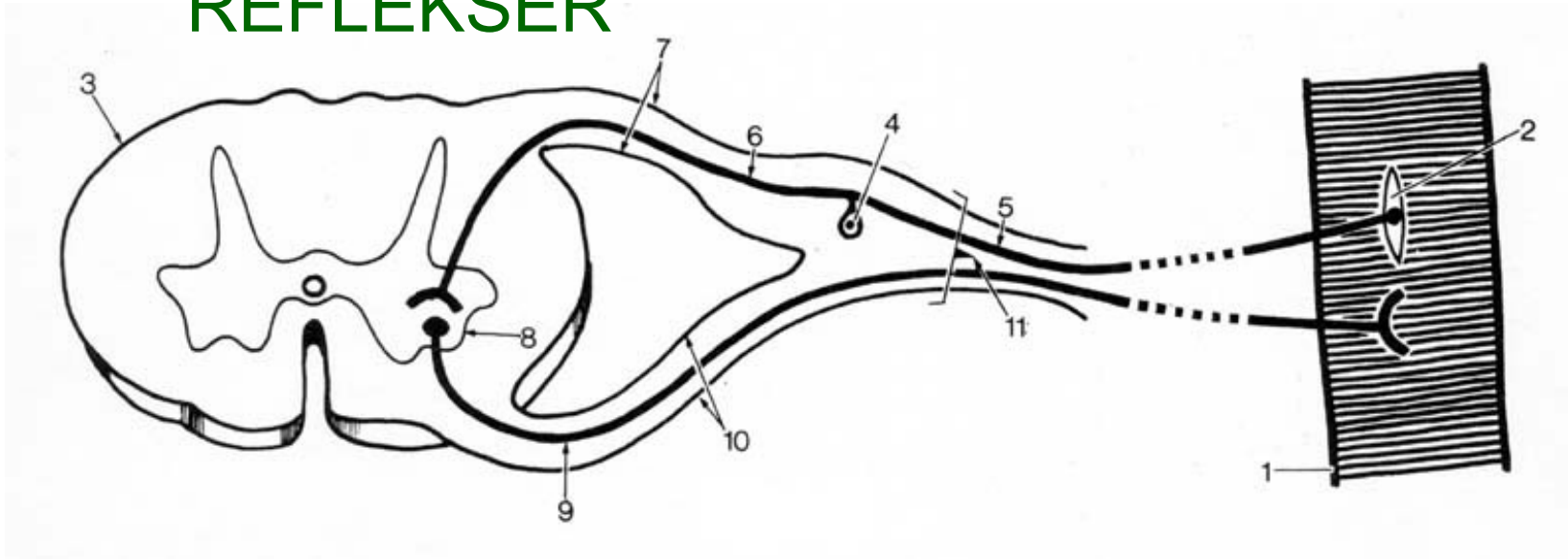


fig. 60

Ved en **refleks** forstås den *reaktion*, der finder sted, når afferente impulser (via 5, 4, 6), gennem en eller flere synapser (8) i centralorganet, udløser efferente impulser (via 9), der fremkalder motorisk (1) eller sekretorisk aktivitet.

En **simpel refleksbue** består af to neuroner, et afferent og et efferent. Trofisk centrum for det afferente neuron er cellelegemet af en pseudounipolar nervecelle (4), og trofisk centrum for det efferente neuron er cellelegemet af en multipolar nervecelle i et forhorn (8). De to neuroner danner synapse i forhornet. Som det fremgår af definitionen, kan flere synapser være inddraget i en refleks, og i komplicerede refleksbuer er antallet af synapser stort.

Vi skelner mellem

- **proprioceptive** eller *dybe reflekser* og
- **eksteroceptive** eller *overfladereflekser*.

Ledningsbaner

Proprioceptive reflekser

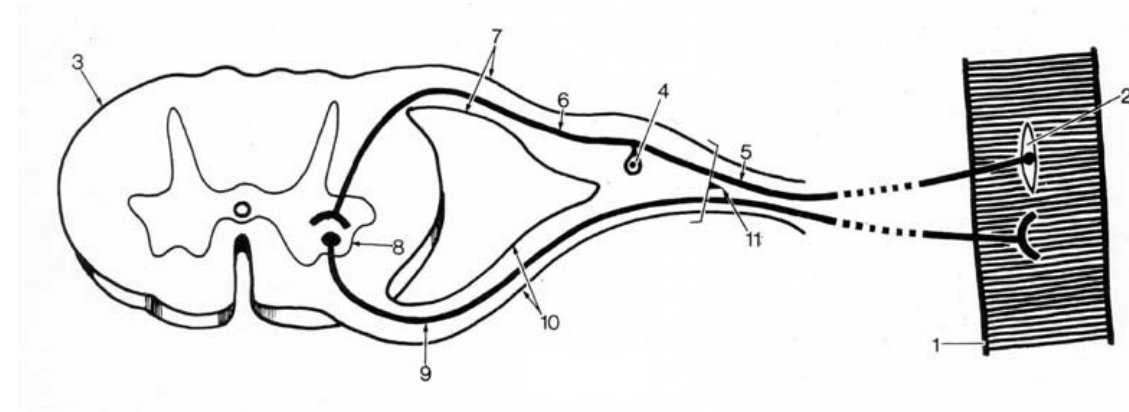


fig. 60

Proprioceptive eller dybe reflekser kan benytte en *simpel refleksbue* i medulla spinalis bestående af et afferent og et efferent neuron. Trofisk centrum for det afferente neuron er cellelegemet af en pseudounipolar nervecelle (4) i et spinalganglie. Dendriten (5) starter i en muskelten (2) og løber gennem spinalnerven (11). Neuriten (6) går gennem radix posterior (7) til medulla spinalis. Her danner den synapse med en forhorns-celle (8).

Neuriten (9) fra den multipolare forhorns-celle går gennem radix anterior (10), og spinalnerve (11) til musklen (1). Ved strækning af musklen strækkes muskeltenen (2), og derved udløses impulser gennem det afferente neuron (5, 4, 6). Impulserne overføres til det efferente neuron (9), og resultatet bliver en kontraktion af musklen (1).

Det er en refleksbue af denne type, der sættes i funktion, når **knærefleks** fremkaldes. Det sker ved, at man slår på ligamentet mellem knæskal og skinneben.

- **Proprioceptive reflekser** er grundlaget for musklernes 'permanente spændingstilstand', også kaldet muskeltonus.
- **Muskeltonus** skyldes altså en permanent refleksaktivitet, der holdes i gang af impulser fra formatio reticularis gennem motoriske gammanervetråde til muskeltene.

Ledningsbaner

Proprioceptive reflekser

- muskeltene

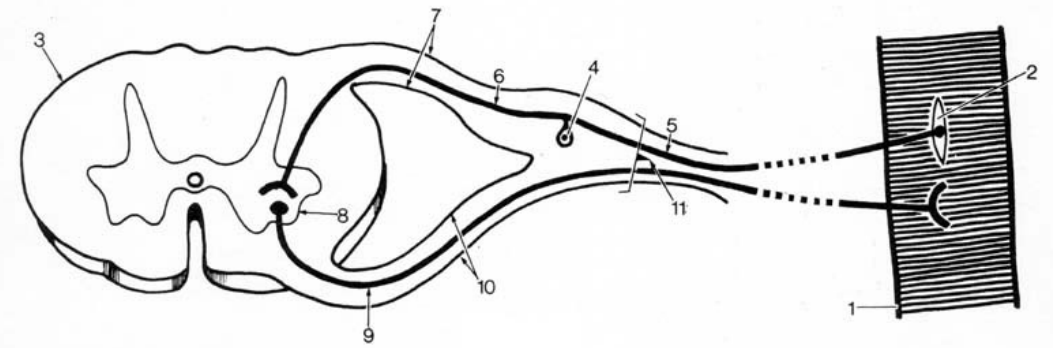


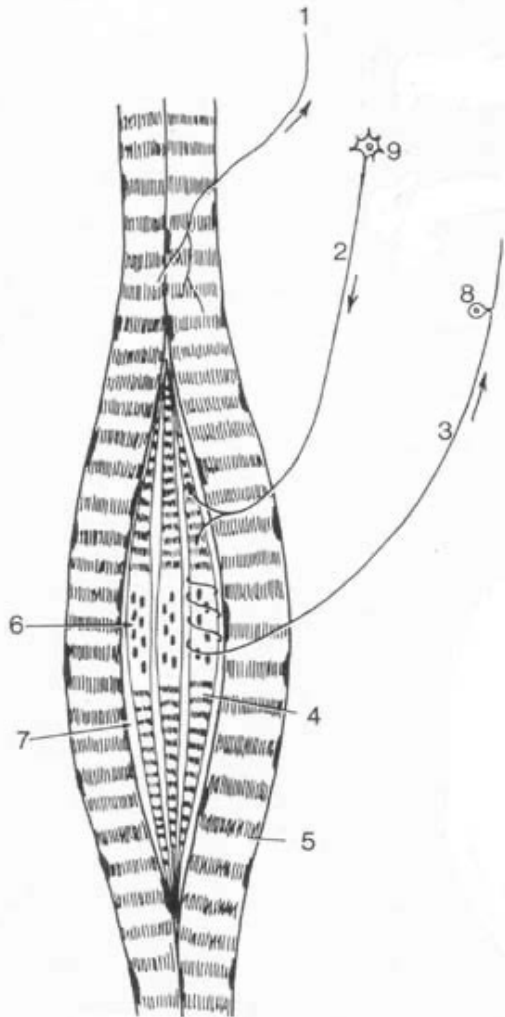
fig. 43Hi

En *muskelt* rummer flere tynde, intrafusale muskelceller (4). Kun enderne af cellerne har tværstribe, og det er kun de tværstribede ender af cellen, der er i stand til at trække sig sammen. Det sker, når de får impulser gennem motoriske tråde, gammatråde (2).

Når *midterstykket strækkes*,

- enten ved at enderne af de intrafusale muskelceller trækker sig sammen,
- eller ved at hele den omgivende tværstribede muskel strækkes, udløses der nerveimpulser gennem den sensitive tråd (3), der danner spiral om midterstykket, og som er det afferente neuron i refleksbuen.

Afgørende for udløsning af afferente impulser – og dermed reflekser – er strækningen af det ikke-tværstribede midterparti i de små intrafusale muskelceller.



Ledningsbaner

Proprioceptive reflekser

- Knærefleks

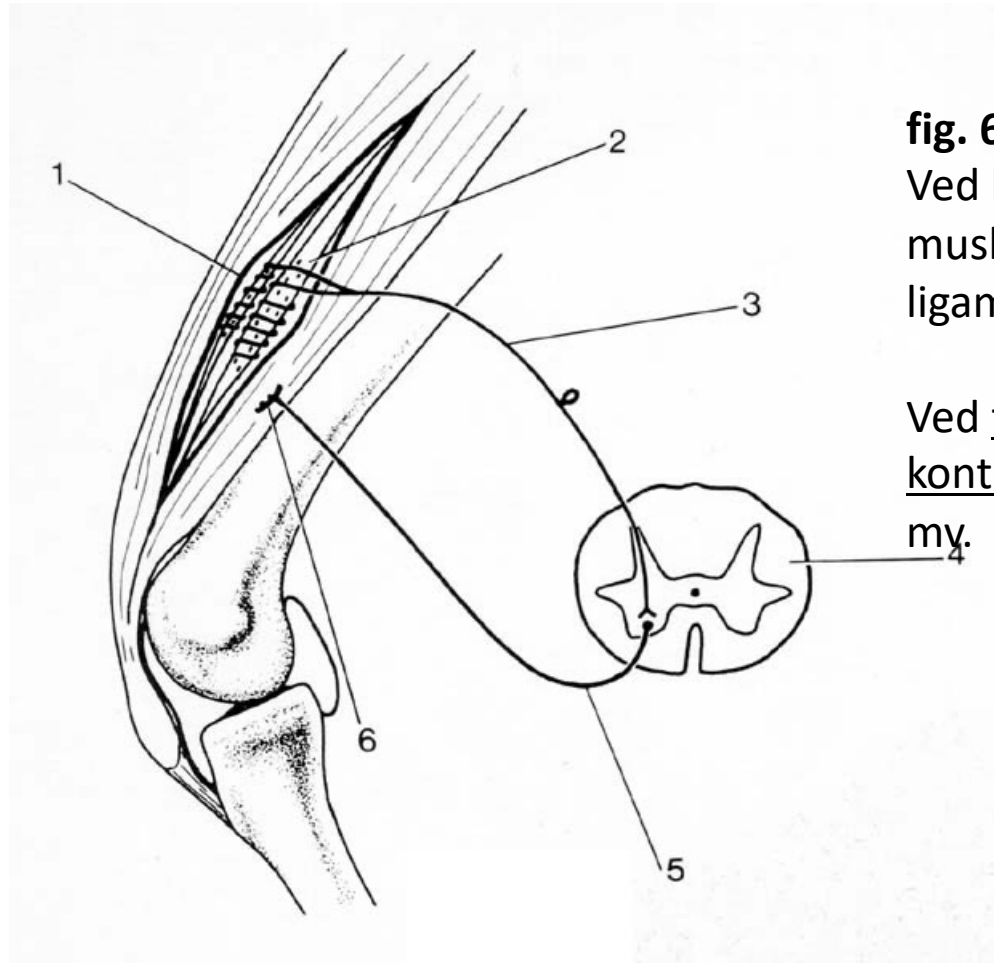


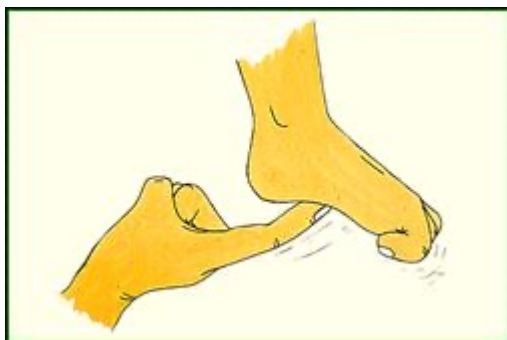
fig. 65D

Ved **knærefleksen** strækkes midterpartiet af muskeltenens intrafusale muskelceller sammen med hele musklen på grund af slaget mod ligamentet.

Ved tonus strækkes midterpartiet på grund af de tværstribede enders kontraktion, og kontraktionen skyldes impulser fra formatio reticularis my.

Ledningsbaner

Eksteroceptive reflekser



Eksteroceptive reflekser benytter refleksbuer, hvor det afferente neurons dendrit begynder i hud eller underhud enten som frie nerveender eller ved specielle endeorganer.

Kradsningsrefleksen hos hunden og *plantarrefleksen* hos mennesket er eksempler på eksteroceptive reflekser.

- **Kradsningsrefleksen** fremkaldes ved at klø en hund på den ene side af kroppen, og refleksen viser sig ved rytmiske bevægelser af bagbenet i samme side.
- **Plantarrefleksen** viser sig ved at tæerne bøjes (mod underlaget), når man stryger på en bestemt måde i fodsålen.

Ekstrapyrimidale system

Ekstrapyramidale system

Orientering og funktion

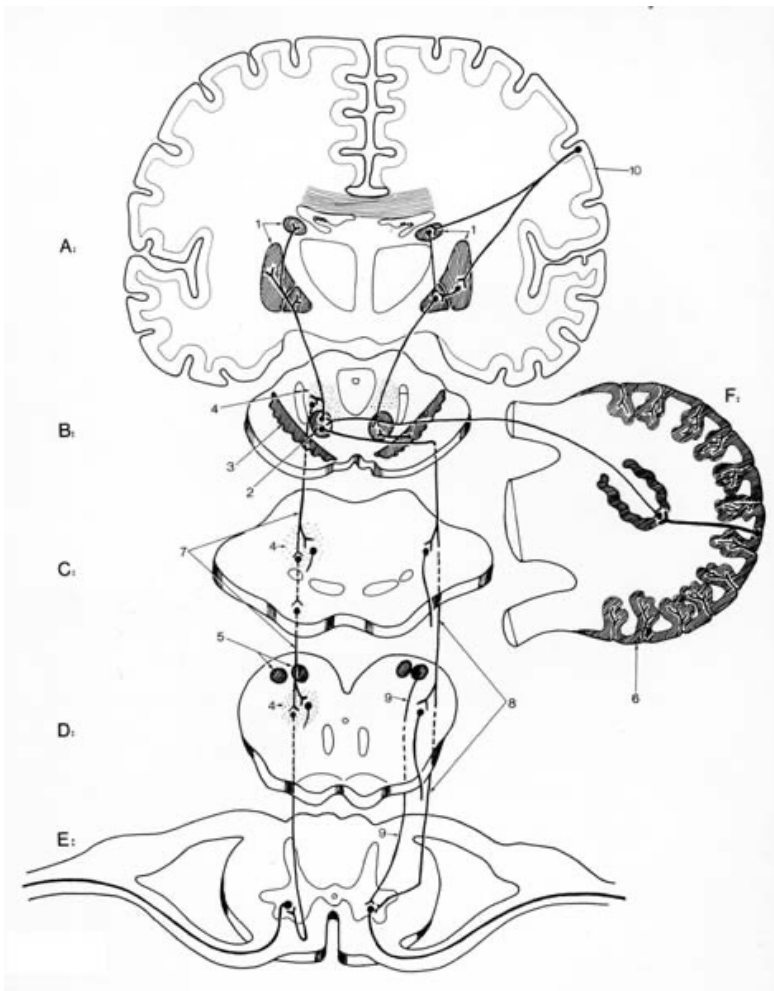


fig. 65

Det ekstrapyramidale system er en vigtig del af det motoriske system. Det består af **spredte strukturer** i telencephalon, diencephalon, hjernestamme og cerebellum. Alle strukturerne er allerede omtalt mere detaljeret. I dette afsnit fokuseres på, hvorledes disse spredte kerneområder har stor betydning for det samlede motoriske system.

Det ekstrapyramidale system har **vigtige udfaldsveje**. De går dels til medulla spinalis, hvor de danner synapse med forhornsceller, dels til motoriske hjernenervekerner, hvor de ligeledes danner synapse med multipolare nerveceller.

Basale hjerneganglier (1) står i forbindelse med cortex cerebri (10).

Endvidere er der mange indbyrdes forbindelser mellem komponenterne i det ekstrapyramidale system. Ovenikøbet er forbindelserne som regel reciproke, dvs løber begge veje.

Ekstrapyrimidale system Sygdom

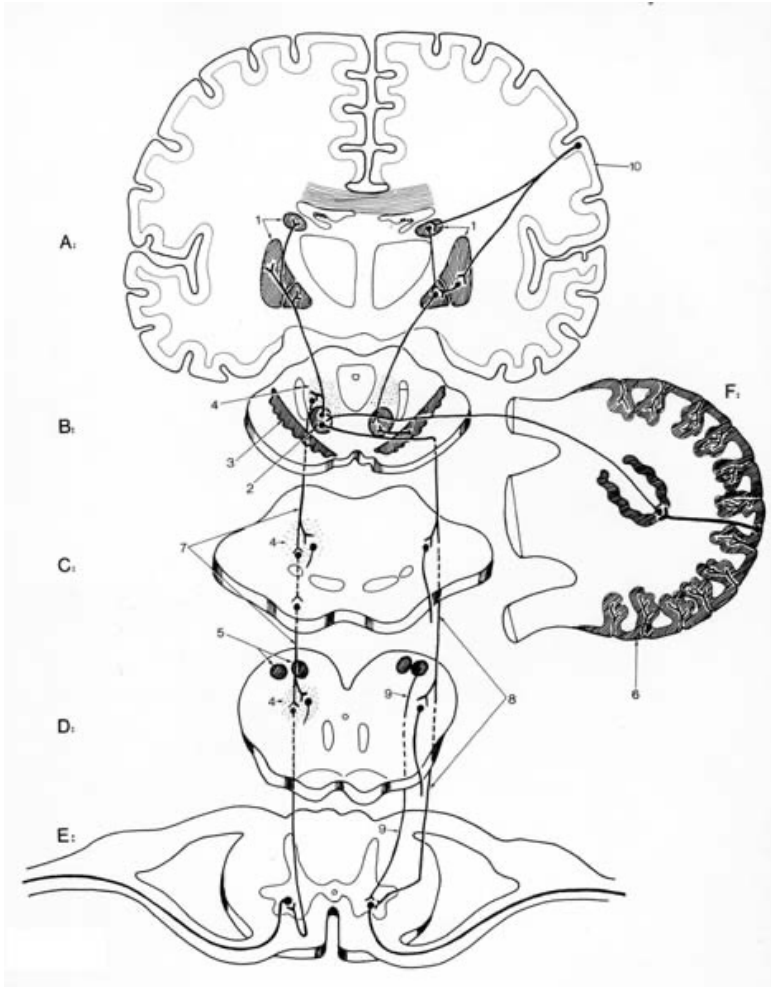
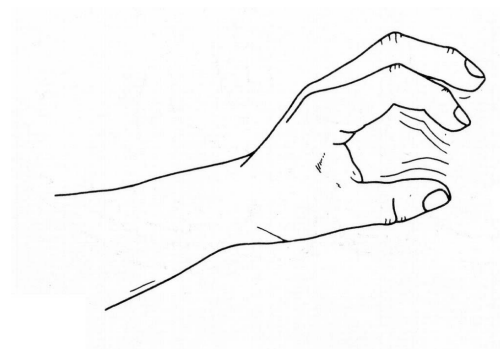


fig. 65

Spredte strukturer danner et system, når de bidrager til de samme funktioner. Det er tilfældet for komponenterne i det ekstrapyrimidale system, og betydningen af systemet kan bedst vises, ved at beskrive symptomer, der optræder ved *sygdomme i det ekstrapyrimidale system*.

Hovedsymptomerne er **ufrivillig bevægelse** og **rigiditet**.



Ekstrapyrimidale system Sygdom

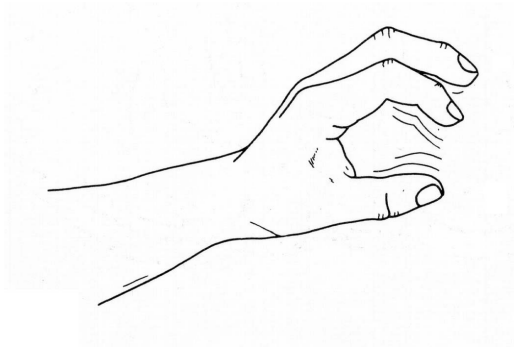


fig. 65

Ufrivillig bevægelse

De ufrivillige bevægelser kan være forskellige. Bedst kendt er en regelmæssig *fingertremor* (tremor = rysten), der også benævnes 'pilletrillertremor' (6). Den ses især hos ældre mennesker, men kan også ramme yngre.

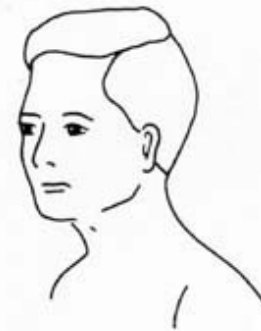
Ekstrapyrimidale system Sygdom

fig. 65A(5)

Rigiditet

Rigiditet betyder stivhed, og her tænkes på den tonusforøgelse i muskulaturen, som ses ved lidelser i det ekstrapyramidale system.

I modsætning til spasticitet, der bl a ses ved hjerneblødning, er rigiditet mindre tilbøjelig til at 'give sig'. Den viser sig ved en sej vedvarende modstand mod passive bevægelser (3). Det er næsten ikke muligt, at rette armene ud eller bøje dem. Tonusforøgelsen kan være så voldsom i hele kroppen, at patienten bogstavelig talt bliver stiv som en statue, statuemenneske.



Ekstrapyramidale system

Formatio reticularis

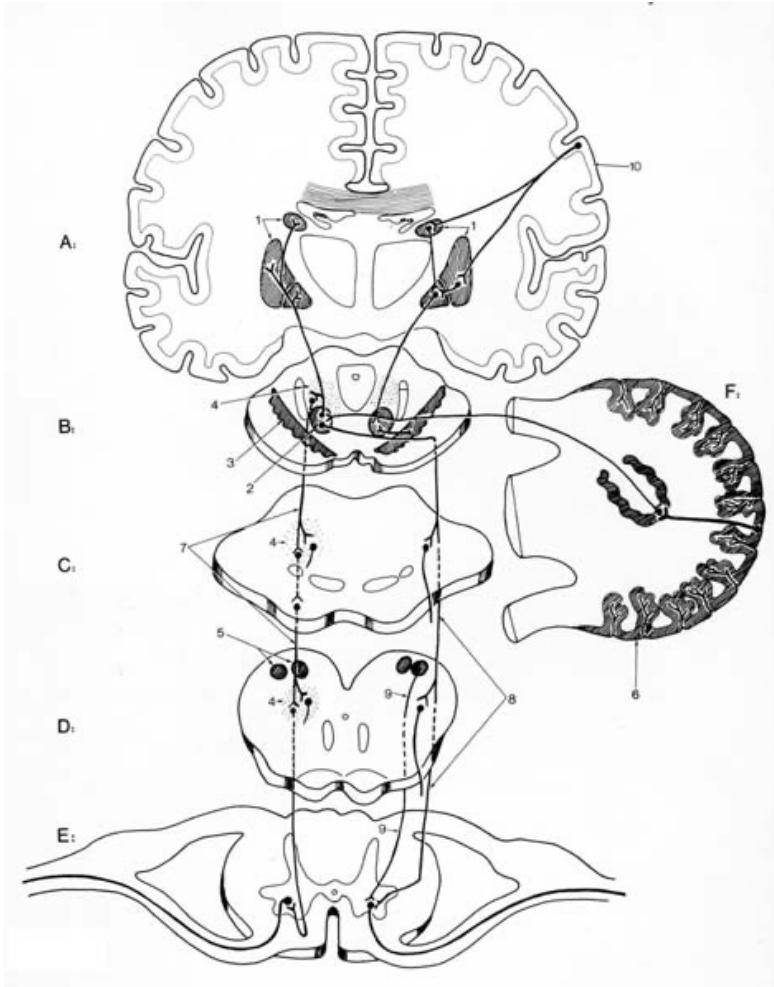


fig. 65

Formatio reticularis er en del af det ekstrapyramidale system, men omtales specielt på grund af dens betydelige udstrækning og store funktionelle betydning.

Formatio reticularis (4) findes gennem hele hjernestammen og består af mange små øer af kerner, der modtager impulser fra næsten alle dele af centralnervesystemet samt fra afferente ledningsbaner. *Formatio reticularis* sender både impulser opad til højere liggende hjerneafsnit og nedad til lavere liggende afsnit af centralnervesystemet.

Formatio reticularis har dermed to hovedfunktioner, en *ascenderende* og en *descenderende* funktion.

Ekstrapyrimidale system

Formatio reticularis

- Ascenderende funktion

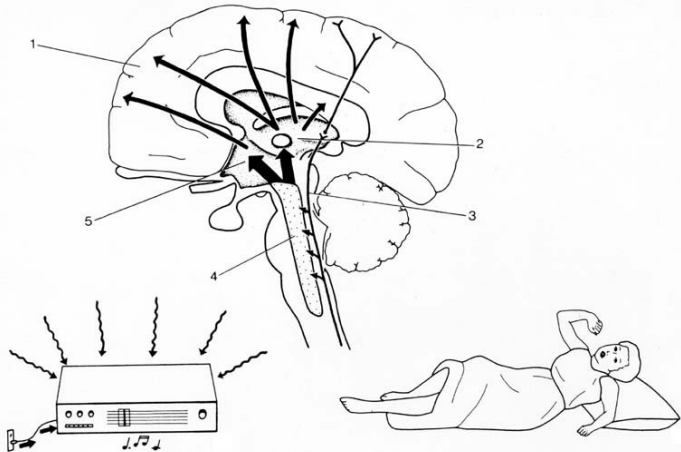
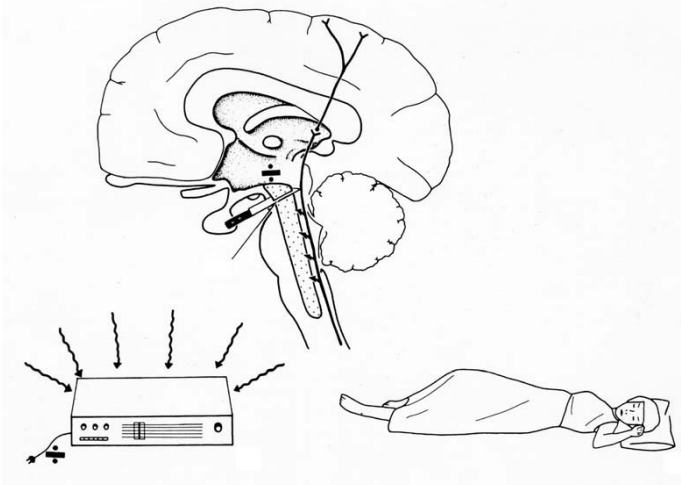


fig. 65B

Den ascenderende funktion består i, at formatio reticularis (4) både påvirker hjernebarken (1) direkte og indirekte gennem thalamus (2) og hypothalamus (5).

Denne påvirkning har betydning for bevidsthedsniveauet. Så længe hjernebarken 'bombarderes' med impulser fra formatio reticularis, vil impulserne gennem de sensitive ledningsbaner (3) registreres i hjernebarken. Hvis formatio reticularis ophører med at sende impulser til hjernebarken, vil signaler gennem de sensitive ledningsbaner, uanset signalernes styrke, ikke blive modtaget, og patienten er bevidstløs.



Når aktiviteten i formatio reticularis falder til et vist niveau, fx ved træthed, falder man i søvn (7).

Ekstrapyrimidale system

Formatio reticularis

- Descenderende funktion

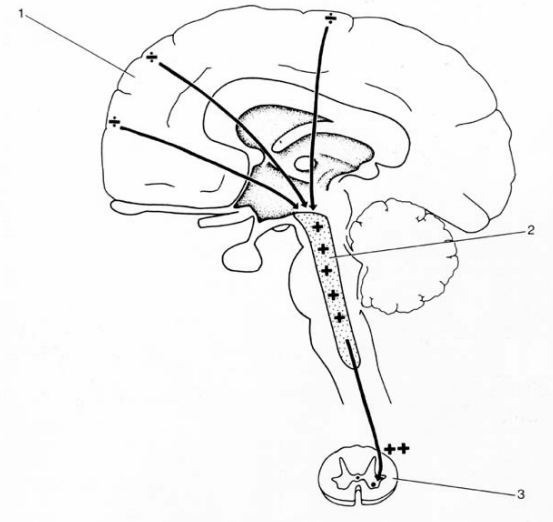
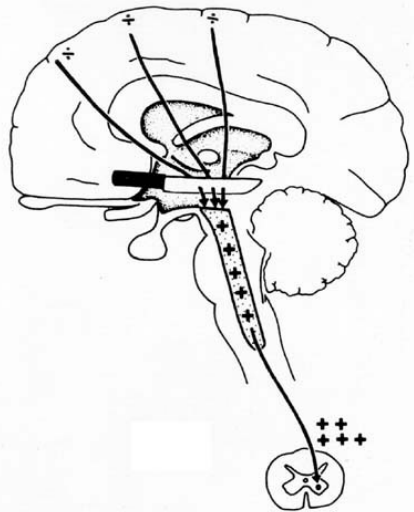


fig. 65C

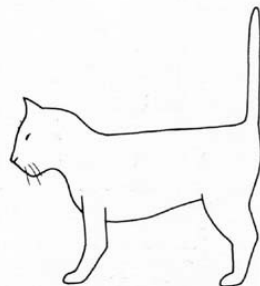
Formatio reticularis (2) har en descenderende funktion af stor betydning for muskeltonus:

- en større del af formatio reticularis virker fremmende og
- en mindre del hæmmende på tonus.

Begge dele er under påvirkning af impulser fra bl a cortex cerebri (1), der virker regulerende på formatio reticularis.



Hvis forbindelsen med cortex (4) afbrydes, løber formatio reticularis 'løbsk' med en stærk tonusforøgelse (5) som resultat.



Ekstrapyrimidale system

Formatio reticularis

- Descenderende funktion

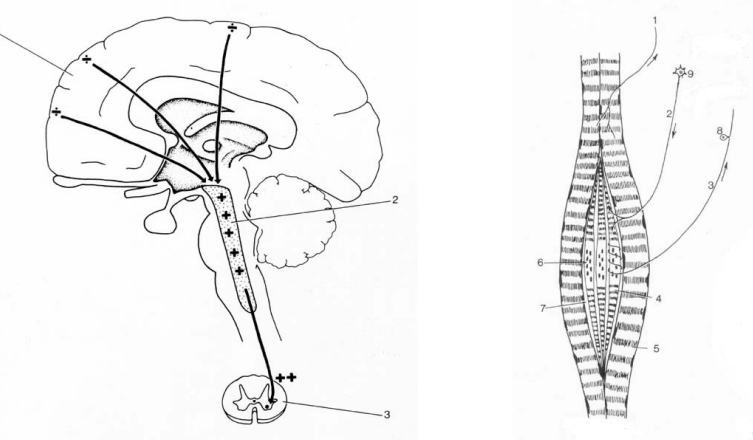


fig. 65C og fig. 43Hi

Muskeltonus forudsætter permanent refleksvirksomhed, og det er formatio reticularis, der sender impulser til forhornsceller (9), hvorfra gammamotoriske tråde (2), går til de små intrafusale muskelceller (4) i muskeltenene. De er kun kontraktile i enderne, hvor der er tværstribning, ikke i midten hvor sensitive nervetråde (3) danner spiral og registrerer strækning af muskelcellens midterparti, når endepartierne trækker sig sammen.

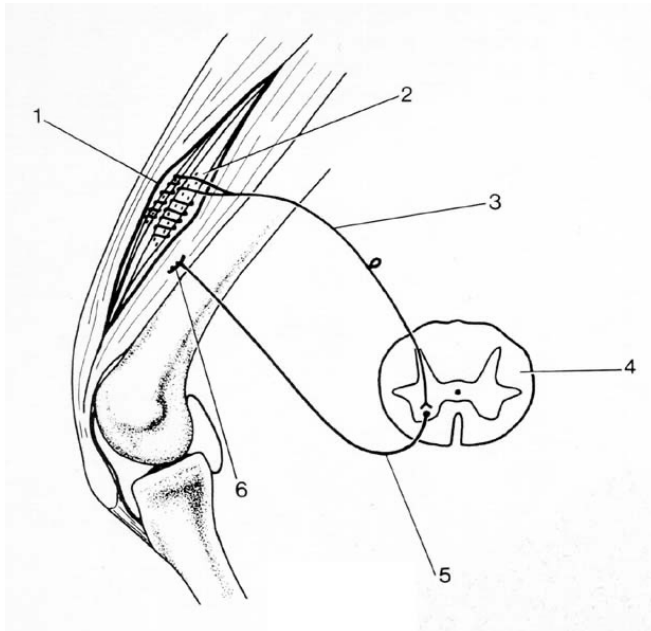


Fig. 65D Ce

Den sensitive nervetråd (3) leder impulser til store multipolare nerveceller i forhorn. Herfra fører alfamotoriske tråde (5) impulser til tværstribede muskelceller (6), hvor der sker kontraktion.

Total overskæring

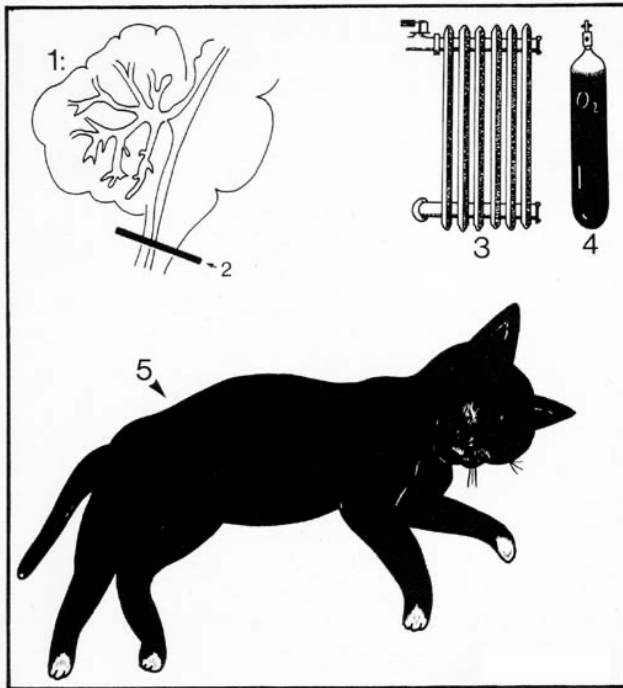
Total overskæring Spinaldyr

fig. 65F

Ved total overskæring (2) af medulla spinalis lige under foramen magnum er forbindelsen mellem hjerne og rygmarv helt afbrudt, og resultatet kaldes et **spinaldyr** (5).

Spinaldyret ligger slapt hen, fordi tonus i musklerne er faldet bort. Forudsætningen for muskeltonus er, at formatio reticularis vedligeholder den konstante, svage refleksvirksomhed. De dybe reflekser kan dog let fremkaldes og er livlige, fordi hjernen ikke kan hæmme dem.

Så snart dyret overlades til sig selv, dør reflekserne imidlertid hurtigt hen. De er ikke permanente, fordi formatio reticularis ikke kan sende impulser til forhornene på grund af snittet (2) gennem rygmarven.

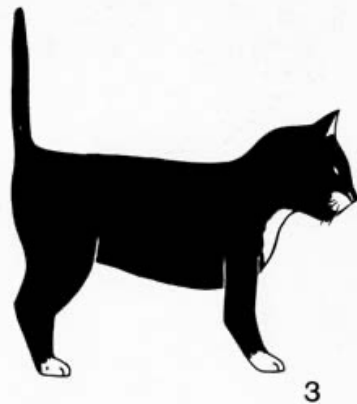
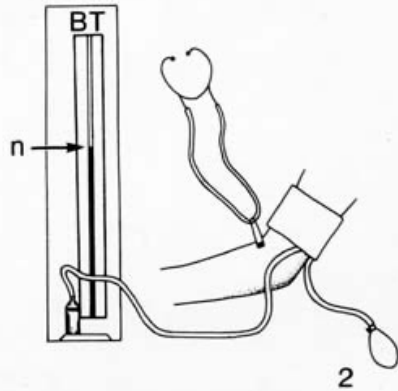
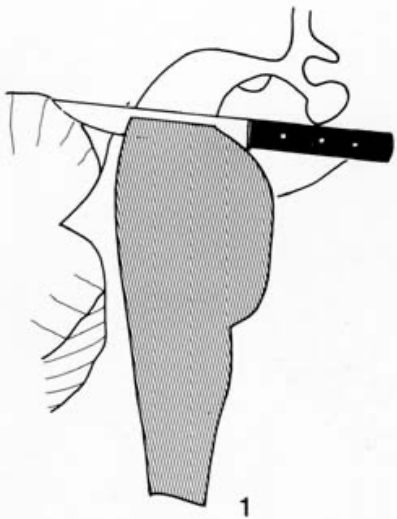


Total overskæring Decerebrering

fig. 65E

En overskæring ved øvre kant af pons (1) kaldes **decerebrering**. Blodtrykket (2) opretholdes på et nogenlunde normalt niveau, men muskeltonus er stærkt forøget, og tilstanden kaldes *decerebreringsrigiditet* (3).

Årsagen er hyperaktivitet i de proprioceptive refleksbuer (3-5), fordi hjernebarken ikke mere bremser formatio reticularis, hvis fremmende virkning derfor slår igennem med fuld kraft i rygmarven.



Total overskæring Midthjernedyr

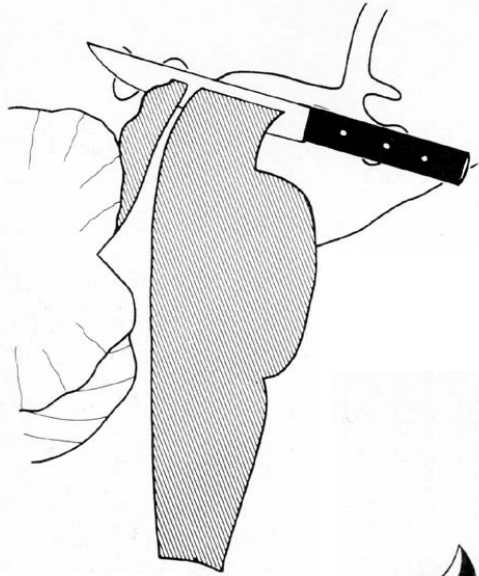


fig. 65I

Hos et *midthjernedyr* skæres hjernestammen igennem ved øvre kant af mesencephalon (eller et lille stykke ind i diencephalon), dvs, hele hjernestammen og cerebellum er intakt.



Midthjernedyret ligner det decerebrerede dyr i motorisk henseende. Det står omtrent på samme måde som det decerebrerede dyr, men mere naturligt. Det adskiller sig dog på afgørende måde fra det decerebrerede dyr ved at *kunne rejse sig igen*, når det væltes.

Toniske halsreflekser

Total overskæring

Toniske halsreflekser

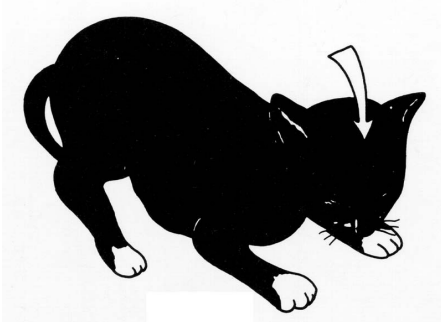
fig. 65F og 65G



Tonusfordelingen i musklerne, særlig i ekstremiteterne, påvirkes af halsmusklerne og af hovedets stilling.

De **halsreflekser**, der har betydning for tonusfordelingen, kaldes toniske, og de udløses fra halsens muskler og led. *Toniske halsreflekser* er med andre ord reflektorisk udløste ændringer af tonusfordelingen i kroppens tværstribede muskulatur, og reflekserne kommer fra receptorer omkring led og muskler i halsens dybe dele.

De toniske **halsreflekser** bidrager til, at *kroppens stilling i forhold til hovedet holdes konstant*.



Her kan indskydes, at **labyrintreflekser** bidrager til at *holde hovedets stilling i rummet konstant*.

