

# Centralnervesystemet

---

Hjernen og rygmarven udgør tilsammen centralnervesystemet (CNS). De øvrige dele af nervesystemet kaldes i modsætning hertil for det perifere nervesystem (PNS).

Nedenfor gennemgås nogle enkelte begreber, centrale for beskrivelsen af nervesystemet og i de følgende afsnit findes en kortfattet oversigt over den overordnede opbygning af centralnervesystemet og dets vigtigste funktioner.

## Grå & hvid substans

Grå og hvid substans bruges til at beskrive nervesystemets opbygning, som man ser det med det blotte øje. Skærer man i hjernen, eller andre dele af centralnervesystemet, vil man finde områder af henholdsvis gråt og hvidt nervevæv. Nervevævet i den grå substans har generelt til opgave at bearbejde information, mens vævet i den hvide substans står for formidling af signaler rundt i nervesystemet.

*Baggrunden for farveforskellen er opbygningen af de enkelte nerveceller: Den lange udløber (axonet) fra en nervecelle (neuron) kan være belagt med en isolerende skede af fedt og protein (myelinskede), som medvirker til at øge impulshastigheden i nerven. Myelinskeden vil give axonet en hvid farve til forskel fra et axon uden myelinskede, eller den øvrige del af neuronet, som vil være grålig.*

I hjernen findes grå substans især i hjernebarken og i kerner indlejret dybere i hjernen. På tværsnit af ryggraden ses en H-formet samling af grå substans omgivet af hvid substans. I rygmarvens hvide substans løber nerverne op og ned, mens der i den grå substans findes talrige korte nerveceller, som forbinder sanseceller (sensoriske nerver) og motoriske nerveceller og dermed danner grundlag for en række forskellige reflekser.

## Signaler til og fra CNS

*Signaler fra sanseceller ender i centralnervesystemet som sensorisk information. Med "sensoriske områder" menes områder i centralnervesystemet, hvor der modtages og bearbejdes information fra sanseceller i kroppen. I det perifere nervesystem løber impulser fra sanseceller i sensoriske nerver, i centralnervesystemet i sensoriske baner.*

*Signaler fra centralnervesystemet til skeletmuskulaturen opstår i områder med motorisk funktion. Disse signaler ledes i centralnervesystemet i motoriske baner og i det perifere nervesystem i motoriske nerver.*

*Signaler fra centralnervesystemet til glat muskulatur og kirtler formidles via nerveceller som hører til det autonome nervesystem.*

## Hjernen

Hjernen (encephalon) består af storhjernen, lillehjernen, mellemhjernen og hjernestammen. Hjernestammen opdeles endvidere i den forlængede marv, hjernebroen og midthjernen.

### Storhjernen

Storhjernens (cerebrum) funktioner er at bearbejde informationer fra kroppen og omsætte dem til reaktioner herpå. Hukommelse og bevidste tanker opstår i storhjernens netværk sammen med overordnet planlægning af aktivitet.

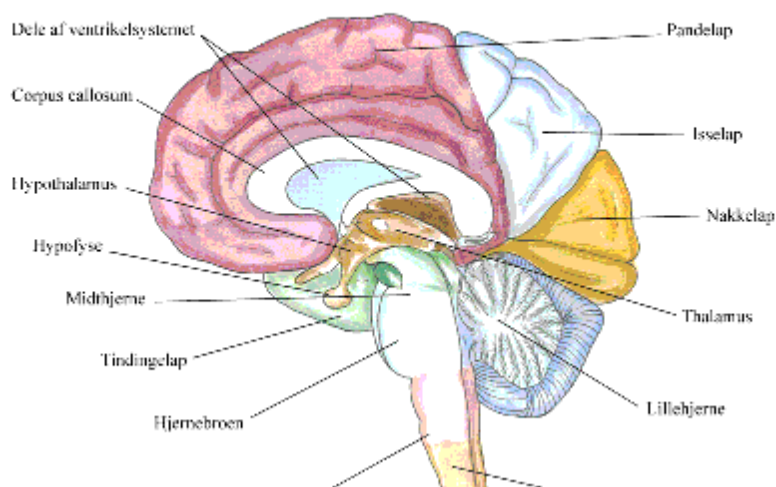
Storhjernen ligger øverst og dækker næsten de øvrige hjerneafsnit. Yderst findes hjernebarken (cortex) som hos mennesket er veludviklet i forhold til andre dyr. Barken er cirka 3 mm tyk og meget foldet, hvorved overfladen bliver stor (cirka  $\frac{1}{2}$  m<sup>2</sup>).

Hjernen kan opdeles i to halvdele (hemisfærer), en højre og en venstre. Mellem de to hemisfærer går det store hjernesegl (falx cerebri). De to hjernehalvdele er skilt fra hinanden, bortset fra et område som kaldes hjernebjælken (corpus callosum), som består af næsten alle de nervetråde som løber mellem de to hjernehalvdele. Hjernebjælken har stort set ingen selvstændig funktion.

De to hjernehalvdele kan hver især deles op i mindre områder, lapper, som er adskilt af furer i hjernebarken opstået ved hjernens foldning. De enkelte lapper er navngivet efter hvilken kranieknogle de ligger under (pandelap, isselap, nakkelap og tindingelap).

I storhjernens grå substans findes bestemte områder (centre) med overordnede funktioner. Hvor pandelappen og isselappen støder op til hinanden (adskilt af en stor fure i hjernebarken), ligger henholdsvis de motoriske centre og de sensoriske centre. Bagtil i nakkelappen findes synscenteret, mens hørecenter og centre for lugt og smag ligger i tindingelappen. Centrene udgør dog kun en mindre del af hjernebarken. Hovedparten består af associationscentre, som formidler forbindelse mellem hjernebarkens afsnit indbyrdes.

Dybere under hjernebarken findes den hvide substans og kerner af grå substans. Den hvide substans er store mængder nervetråde, som formidler signaler mellem de enkelte dele af storhjernen og de andre områder i hjernen, mens grupperne af grå substans kan ses som "relæ-stationer", som medvirker til at bearbejde, koordinere og hæmme eller fremme nogle af impulserne.



Hjernen set i snit. Figuren viser højre hjernehalvdel efter hjernen er skåret over på langs i midtlinien.

## Lillehjernen

Bag hjernestammen og under storhjernen findes lillehjernen (cerebellum). Storhjernen og lillehjernen er adskilt af en fold i den hårde hjernehinde (lillehjerneteltet, tentorium cerebelli). Lillehjernen er, ligesom storhjernen, delt i to halvdele af en lodret fold i den hårde hjernehinde (lillehjerneseglet, falx cerebelli). Overfladen af lillehjernen består af et tyndt lag grå substans, som er foldet kraftigt i fine folder og dækker over lillehjernen hvide substans, som også indeholder kerner af grå substans.

Lillehjernen er kontrolcenter for bevægelser: Den styrer og planlægger de enkelte bevægelser og koordinerer dem med andre bevægelser. Til brug for denne koordination får lillehjernen impulser fra både sanseceller (for eksempel hud, led og muskler) og andre dele af centralnervesystemet (om balance og synsindtryk), såvel som den sender impulser til blandt andet de motoriske centre i storhjernen.

Det betyder, at hvor storhjernen står for den overordnede beslutning om at en bevægelse skal udføres ("nu vil jeg bøje min højre arm"), så sendes beskeden til lillehjernen, som så står for hvordan bevægelsen udføres ("så skal højre arms store bøjemuskel trækkes sammen samtidig med, at strækkemusklens slappes af")

Lillehjernen kan i den forbindelse benytte forskellige "programmer" for bestemte bevægelser. Disse programmer forbedres, efterhånden som de bliver brugt, en egenskab som for eksempel ses ved sportstræning, hvor man forbedrer sin teknik ved udførelsen af bestemte bevægelser.

## Mellemhjernen

I mellemhjernen hvide substans er indlejret talrige områder med grå substans. De vigtigste af disse områder er thalamus, hypothalamus og hypofysen.

I thalamus afbrydes sensoriske baner på deres vej fra sansecellerne til storhjernen, ligesom motoriske baner fra storhjernen og ud i kroppen også afbrydes. Thalamus har betydning for viljestyrede bevægelser.

Under thalamus findes hypothalamus. Her findes en lang række centre med stor betydning for opretholdelse af kroppens indre miljø og fortsatte beståen. Det er således her centrene for regulering af appetit, temperaturlbalance, vand/salt-balance og stofskifte skal findes. Reguleringen af alle disse parametre udføres ved at regulere aktiviteten i det autonome nervesystem.

Hypofysen er en ganske lille samling nervevæv, som ligger i bunden af kraniet i en lille udhulning i knoglen, hvor den er forbundet med den øvrige hjerne via hypofysestilken, som er nervetråde mellem hypofysen og resten af hjernen.

I hypofysen foregår styring og koordination af kroppens hormonproduktion og store dele af det autonome nervesystem. Det foregår blandt andet ved, at hypofysen producerer og udskiller en række overordnede hormoner, som påvirker hormonproducerende væv i andre dele af kroppen.

## Hjernestammen

Hjernestammen strækker sig fra medulla spinalis op til mellemhjernen (diencephalon). Hjernestammen består af den forlængede marv (medulla oblongata), hjernebroen (pons) og midthjernen (mesencephalon).

Samlet set har hjernestammen til opgave at koordinere en lang række reflekser, herunder spytskretion, synkning, opkastning, blodtryksregulering, vejtrækning, pupilrefleks og øjets fokusering.

## **Den forlængede marv**

Som navnet antyder, er den forlængede marv en direkte fortsættelse af rygmarven: Rygmarven kaldes den forlængede marv, når den passerer ind i kraniet gennem nakkehullet.

*Centrene for regulering af åndedrættet og kredsløbet findes i den forlængede marv (se afsnittene "Åndedrætsregulering" side 15 og "Regulering af kredsløbet" side 80). Denne regulering består blandt andet af komplicerede reflekser, som løber mellem åndedrætsorganerne og hjertet og den forlængede marv. Disse nervetråde løber i nerver som svarer til ryg-marvsnervene, som dog, da de ikke kommer fra rygmarven, men fra kraniet, kaldes kranienerver (eller hjernenerver). De to vigtigste, den 9. og den 10. (nervus glossopharyngeus og nervus vagus) indeholder både motoriske, sensoriske og autonome nervefibre.*

## **Hjernebroen**

Lillehjernens halvdele er forbundet indbyrdes med et stort bundt nervefibre. Sammen med en stor mængde sensoriske og motoriske tråde mellem storhjernen og rygmarven udgør disse fibre det område, som kaldes hjernebroen (pons).

## **Midthjernen**

En stor del af midthjernen består af et netværk af nerveceller, som kaldes hjernens aktiveringsområde (formatio reticularis). Her findes også områder, som indgår i reflekser for syn og hørelse samt et område med nervefibre med stor betydning for regulering af viljestyrede bevægelser. Ødelægges disse fibre, der samlet kaldes det sorte område (substantia nigra), kommer man til at ryste på arme og ben (som for eksempel ved Parkinsons sygdom).

## **Aktiveringsområdet**

En persons evne til at opfatte og behandle informationer og herefter reagere på dem om nødvendigt, er stærkt afhængig af hjernens aktiveringsområde (formatio reticularis).

Fra aktiveringsområdet sendes impulser til næsten alle dele af centralnervesystemet med det formål at "holde hjernen vågen". Det er således i aktiveringsområdet, at reguleringen af vores søvnrytme og bevidsthedsniveau findes: Høj aktivitet resulterer i at man er vågen, måske ligefrem anspændt, mens lav aktivitet medfører sløvhed, søvn eller ligefrem bevidstløshed.

Aktiveringsområdet strækker sig over et stort område, fra nederste del af den forlængede marv til den øverste kant af midthjernen, som set med det blotte øje minder om et netværk af nervetråde (hvilket er baggrunden for navnet: "reticulum" betyder netværk).

*Mængden af impulser fra sanseceller og hjernens associationscentre bestemmer aktiviteten i formatio reticularis, som herefter kan sende enten fremmende eller hæmmende signaler videre. Rammes den fremmende del af en øget mængde sensoriske impulser, vil dette medføre en øgets spænding i musklerne og en øget årvågenhed. Omvendt vil det forholde sig, hvis det er den hæmmende del af formatio reticularis, der modtager en øget mængde impulser. Storhjernen sender fremmende impulser til den hæmmende del af formatio reticularis og omvendt. På denne måde er det muligt at sikre en hårfin balance i formatio reticularis' aktivitet og dermed i bevidsthedstilstanden.*

Væsentligt for aktivitetsmønsteret i aktiveringsområdet er formentligt også psykiske forhold. Da aktiveringsområdet har direkte indflydelse på det autonome nervesystem, kan dette være en af forklaringerne på, hvordan psykisk anspændelse (eksamensnervøsitet,

stress og lignende) kan medføre symptomer som øget svedtendens, højere puls og øget blodtryk (alt sammen styret direkte af det autonome nervesystem), såvel som psykisk behagelige situationer kan trække den anden vej.

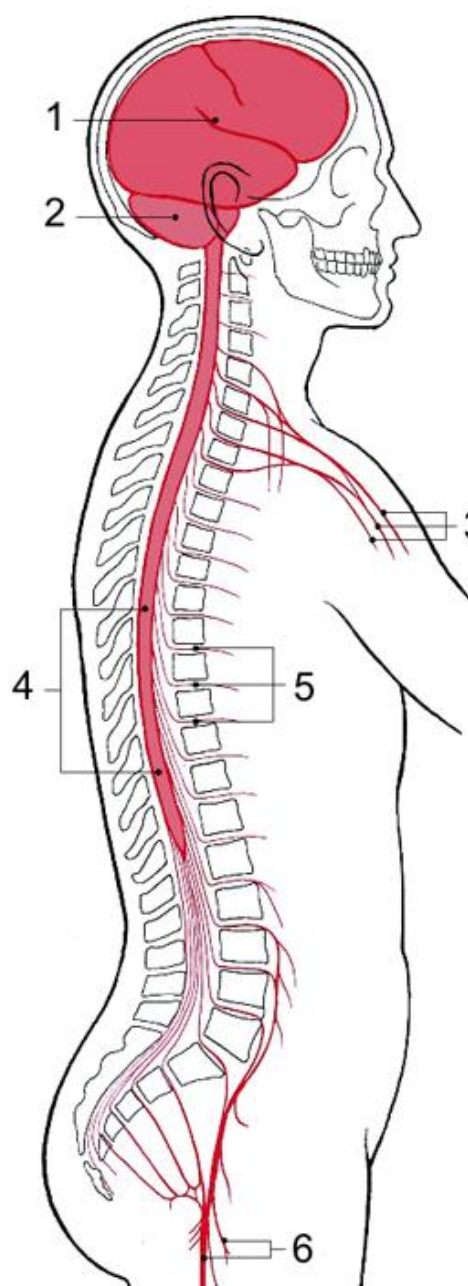
## Rygmarven

Rygmarven er et stort bundt af nerveceller, der forbinder hjernen med resten af kroppen. Den starter ved nakkehullet og løber cirka ned til anden lændehvirvel. Fra rygmarven dannes en række nervebundter, som løber ud af hvirvelsøjlen (mellem de enkelte hvirvler) og herfra fordeler sig til resten af kroppen.

Når rygmarven kun når ned til anden lændehvirvel skyldes det, at rygsøjleknogler i fosterstadiet vokser hurtigere end selve rygmarven. Nervebundterne (spinalnerverne) løber dog allerede ud mellem de enkelte ryghvirvler. De får hermed et forløb ned igennem hvirvelsøjlekanalen (canalis vertebralis), indtil de kan komme ud af det korrekte hul. Spinalnerverne løber ud af hvirvelsøjlen på hver side af den, hvorved der dannes 31 par. De 31 par består af otte i halsdelen, tolv i brystdelen, fem i lændedelen, fem i bækkendelen og et i haledelen.

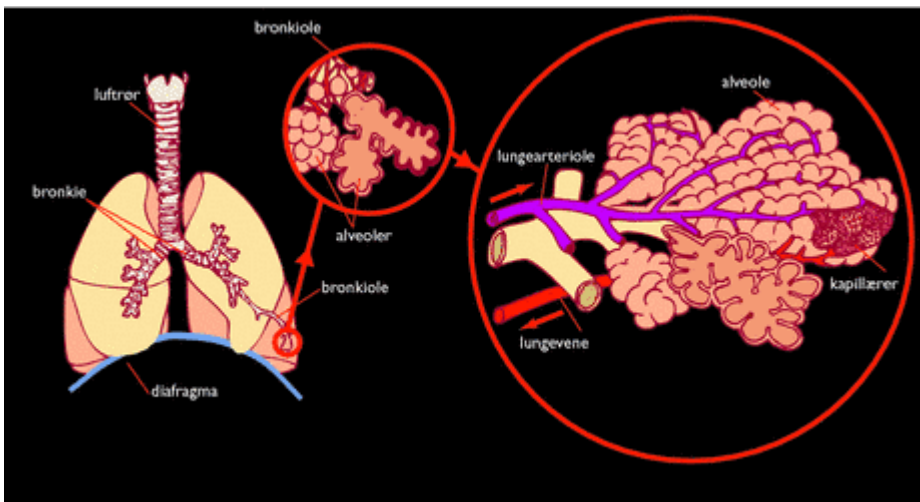
### Centralnervesystem.

- 1 Storhjerne.
- 2 Lillehjerne.
- 3 Nerver til og fra armen.
- 4 Rygmarv.
- 5 Spinalnerv.
- 6 Nerver til og fra benet.



## Åndedrætssystemet

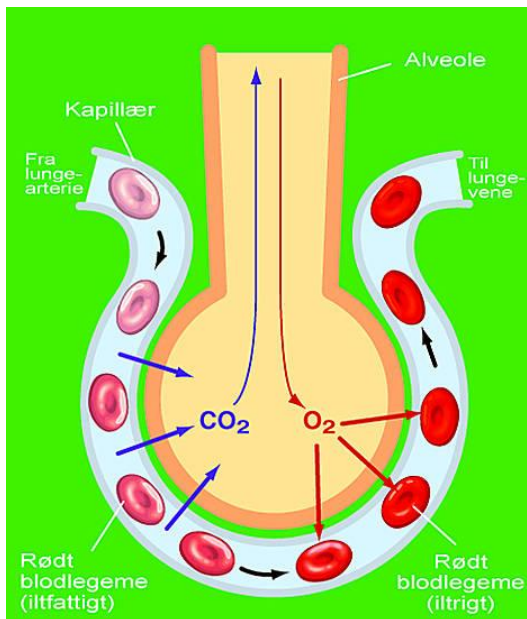
Alle dyr skal hele tiden på en eller anden måde "trække vejret" for at tilføre kroppen ilt og skaffe sig af med kuldioxid. Forskellige dyregrupper har løst opgaven på forskellig måde. Fisk har gæller, hvormed de kan få fat på ilt fra vandet. Insekter har et sindrigt system af små luftkanaler, som kaldes trakéer. Padder, som fx skrubtudsen, har primitive lunger men kan også optage ilt gennem huden. Krybdyr, fugle og pattedyr (som mennesket), kan ikke optage ilt gennem huden, men har til gengæld højt specialiserede lunger (se figur 1).



Figur 1: Lungernes opbygning.

### Lungerne

Luftens vej ned i lungerne går gennem næse og mund over i svælget og luftrøret. Luftrøret er stift på grund af bruskringe, som holder røret åbent. Bruskringene kan man mærke på forsiden af halsen. Luftrøret deler sig i to grene, hovedbronkierne, der fører ud til hver af de to lunger. Hovedbronkierne deler sig til mindre bronkier, som igen opdeles i mange små rør, bronkiolerne. På bronkiolerne er der udposninger, alveoler. Her foregår optagelsen af ilt og udskillelsen af kuldioxid (se figur 2). Alveolerne ligger i tæt kontakt med lungekapillærene, dvs. at afstanden mellem luft i alveolerne og blod i kapillærene er meget kort, ca.  $0,2 \mu\text{m}$ . Kapillærene ligger som et netværk omkring alveolerne. Den tætte kontakt mellem alveole og kapillær sikrer, at blodets hæmoglobin let kan optage ilt, og at kuldioxiden let kan udskilles. Alveolerne har en meget stor samlet overflade (ca.  $70 \text{ m}^2$ ). Derfor kan man optage store mængder ilt. Toptrænede roere kan fx optage op til 6000 mL ilt pr. minut. Rundt om alveolerne ligger foruden kapillærene også et netværk af elastiske bindevævsfibre. Men der er ingen muskler i lungerne.



Figur 2: Gasudveksling i en alveole. Det iltfattige blod afgiver kuldioxid og optager oxygen. Udvekslingen sker ved diffusion. Kuldioxidet afgives fra blodvæsken, mens ilten optages i hæmoglobin i de røde blodlegemer.

## Åndingsmekanismen

Lungerne ligger i virkeligheden frit i brystkassen. De er ikke i direkte kontakt med brystkassen. Rundt om lungerne er der to tætliggende hinder med væske imellem. Hinderne kaldes også pleura og væsken imellem dem kaldes derfor pleuralvæsken. Den inderste hinde hæfter på lungerne. Den yderste hinde hæfter på brystkassens inderside og på mellemgulvet. Når der trækkes i den yderste hinde, dannes der et undertryk mellem hinderne. Det bevirker, at den inderste hinde automatisk følger med. Bevægelser i muskulatur udenom lungerne kan på den måde bevæge lungerne.

To muskler sørger for at man kan trække vejret:

- mellemribbensmuskulaturen
- mellemgulvsmusklen.

Mellemribbensmuskulaturen er muskler mellem ribbenene. Disse muskler hæver brystkassen, når de trækker sig sammen. Brystkassen løftes og trækker den ydre hinde udad. Derved opstår der undertryk i pleuralvæsken. Det bevirker, at også den indre hinde trækkes udad. Lungevæggen trækkes med, hvorved lungerne udvides, og luften strømmer ind i lungerne.

Mellemgulvsmusklen ligger som en kuppel under lungerne. Når den trækker sig sammen, udflades den, og lungevæggen ved lungernes basis følger med. Derved gøres lungerne længere. Det bevirker, at rumfanget forøges, og luften suges ind. Ved meget hårdt fysisk arbejde kan flere andre muskler, der hæfter på brystkassen, bruges til at forstærke åndedrætsbevægelserne. Fx bruges halsmusklerne, der udspringer fra kraniet og fæster på den øverste del af brystkassen.

Modsat indånding, som altså sker ved, at særlige åndedrætsmuskler aktiveres, så foregår udåndingen "automatisk", når man slapper af i disse muskler. Lungernes mange alveoler er nemlig omgivet af elastisk bindevæv, og når der ikke trækkes i lungen udefra, vil dette bindevæv sørge for at trække lungen sammen. Luften strømmer ud.



## Knogler generelt

Kroppens knogler og knogletyper



### Opbygning

Knoglerne består af såvel organisk materiale - bl.a. de levende benceller - som uorganiske salte. Det organiske materiale medfører, at knoglen til en hvis grad kan være blød og bøjelig og let kan genopbygges. Børn har relativt meget af dette materiale i knoglerne, hvorfor skader let heles, men til gengæld er faren for deformation af knoglerne ved overbelastning også tilstede.

De uorganiske salte medfører, at knoglen i sig har evnen til at bevare sin form og derved give støtte. Til gengæld medfører det også, at knoglen er sprød og skør. Alderen medfører en overvægt af disse kalksalte, hvorfor ældre mennesker dels har lettere ved at få knoglebrud og dels har vanskeligere ved at få disse helet.

Knoglen er beklædt med en tynd hinde af organisk materiale, benhinden, som har evnen til at danne nye benceller indvendigt. På den måde bliver knoglerne tykkere eller et evt. brud kan heles.

Knoglerne er formede på en sådan måde, at det gør dem velegnede som tilhæftningssteder for musklerne. Trods den tilsyneladende faste og stive struktur, er knoglerne levende væv, der er påvirkelige for såvel aktivitet som inaktivitet. Ved træning styrkes knoglerne, mens de svækkes ved inaktivitet.

Knoglens længdevækst foregår i epifyserne, som findes i hver ende af knoglen. Epifysen afsætter benceller til hver side. Hastigheden af væksten styres hormonalt. Efter puberteten ophører hormonpåvirkningen normalt, hvorfor højdetilvæksten ligeledes aftager.

### Knogletyper

Knogler kan opdeles i 4 grupper: Rørknogler, flade knogler, korte knogler og uregelmæssige knogler.

#### Rørknogler:

Overarmsben (humerus), albueben (ulna), spoleben (radius), mellemhåndsknogler, fingre, lårben (femur), skinneben (tibia), lægben (fibula), mellemfodsknogler, tæer.

Knoglernes form gør dem egnede til at danne lemmerne, og røropbygningen forener stor brudstyrke med relativ begrænset vægt.

#### Flade knogler:

Flade knogler danner vægge i skelettets hulrum.

Kraniet (cranium), kravebenet (clavicula), brystbenet (sternum), ribben (costa), skulderblade (scapula), bækkenets (pelvis) knogler.

#### Korte knogler:

Håndrodens og fodrodens knogler.

#### Uregelmæssige knogler:

Knoglerne i rygsøjlen (columna vertebralis)

Skelettet består af ca. 200 knogler og udgør ca. 18% af legemsvægten. Den længste og tungeste knogle er lårknoglen, der hos en mand på 70 kg. vejer ca. 1 kg.

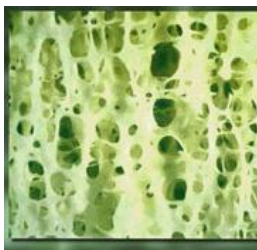
**Kilde; <http://www.motion-online.dk>**

## Knogleskørhed hos mænd

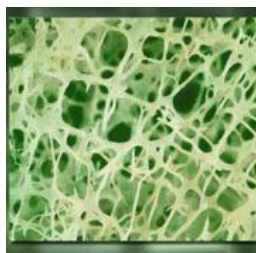
---

Knogleskørhed eller osteoporose er ikke mere en kvindesygdom. Hver fjerde, der lider af knogleskørhed er en mand. Men der er langt færre mænd end kvinder, der får en diagnose i tide.

Det betyder, at antallet af mænd over 60, der får hoftebrud eller sammenfald i ryggen er stigende. Halvdelen af knoglebruddene kan undgås hvis man får behandling for knogleskørhed - osteoporose.



Rask knogle



Skør knogle

### Hvad skyldes knogleskørhed hos mænd.

I mange tilfælde har knogleskørhed hos mænd de samme årsager som hos kvinder. Det kan skyldes arvelige forhold eller livsstil med tobaksrygning, for lidt kalk i den daglige kost og mangel på D-vitamin.

Som hos kvinder er længere tids behandling med binyrebarkhormon også en vigtig årsag til knogleskørhed.

**Det mandlige kønshormon testosteron:** Mænd har også en slags overgangsalder, idet produktionen af det mandlige kønshormon testosteron langsomt falder med alderen. Når hormonproduktionen falder, så falder knoglemassen.

**Diagnose:** Diagnosen stilles på samme måde som hos kvinder. Det er enten ved knoglescanning eller ved, at der har været konstateret knoglebrud efter en usædvanlig lille belastning af skelettet.

**Behandling:** Knogleskørhed hos mænd behandles stort set med samme medicin, som bruges hos kvinder. Hvis knogleskørheden skyldes fald i testosteron-produktionen, kan hormonbehandling også komme på tale. Halvdelen af knoglebruddene kan undgås hvis man får behandling.

### Statistik

100.000 danske mænd lider af knogleskørhed	5 % af mændene er i behandling.
300.000 kvinder lider af knogleskørhed	10 % af kvinderne er i behandling

Kilde: Bo Abrahamsen, Læge og forsker i knogleskørhed hos mænd) /Ann-Jette Schou, Lægens bord, februar 2005

## **Knogleskørhed (osteoporose)**

---

400.000 danskere lider af osteoporose - knogleskørhed. Under 40.000 er i behandling.

Første tegn på at knoglerne er syge og skrøbelige kan være et brækket håndled eller et hoftebrud. Men man kan opdage det tidligere, hvis man er opmærksom på faresignaler som ondt i ryggen, tab af legemshøjde og begyndende krumryg. Den bedste måde at få en diagnose på er ved en knoglescanning.

Personer med risikofaktorer som knogleskørhed hos forældre, lav kropsvægt, tidlig overgangsalder (før 45 år), lavt indtag af calcium og vitamin D, tobaksrygning, stort alkoholindtag og manglende motion har særlig høj risiko for knogleskørhed. 40 % af alle kvinder og 10 % mænd får knogleskørhed.

Hormonbehandling har hidtil været førstevalg til behandling mod knogleskørhed, men EU har for nylig skærpet reglerne for behandling med hormoner, fordi de kan øge risikoen for bl.a. blodpropper og brystkræft. Alternativer til hormonbehandling er kalkbindere eller antihormoner.

Derudover er der for nylig kommet et nyt lægemiddel mod knogleskørhed. Det adskiller sig markant fra de hidtil kendte, fordi det som det første kan få kroppen til at danne nyt knoglevæv. Hidtil har man kun kunnet bremse eller muligvis stoppe den videre udvikling af sygdommen.

Man kan selv gøre meget for at forebygge knogleskørhed, bl.a. ved motion og tilskud af kalk og D-vitamin. Man skal helst også drikke mælk og spise andre mælkeprodukter.

Det er den praktiserende læge, der kan henvise til en scanning. Den nye behandling, der genopbygger kalken skal bevilges af en speciallæge, og vil i første omgang kun blive tilbudt patienter med alvorlige knoglebrud og lav knoglemasse.

# Muskler

[http://www.motion-online.dk/styrketraening/anatomiguide/anatomi\\_-\\_oversigt/](http://www.motion-online.dk/styrketraening/anatomiguide/anatomi_-_oversigt/)

## Muskelsystemet

Der findes tre forskellige muskeltyper:

- glat muskulatur
- hjertemuskulatur
- skeletmuskulatur

### Glat muskulatur

Den glatte muskulatur findes bl.a. omkring indvoldene. Der er fx glat muskulatur, som findes i mavevæggen og tarmvæggen, og som sørger for, at maden bringes gennem tarmsystemet. Disse muskler er ikke under viljens kontrol, så vi kan med andre ord ikke selv styre tarmens arbejde. Betegnelsen "glat" skyldes, at man i mikroskop ikke kan se noget tværstribet mønster.

### Hjertemuskulatur

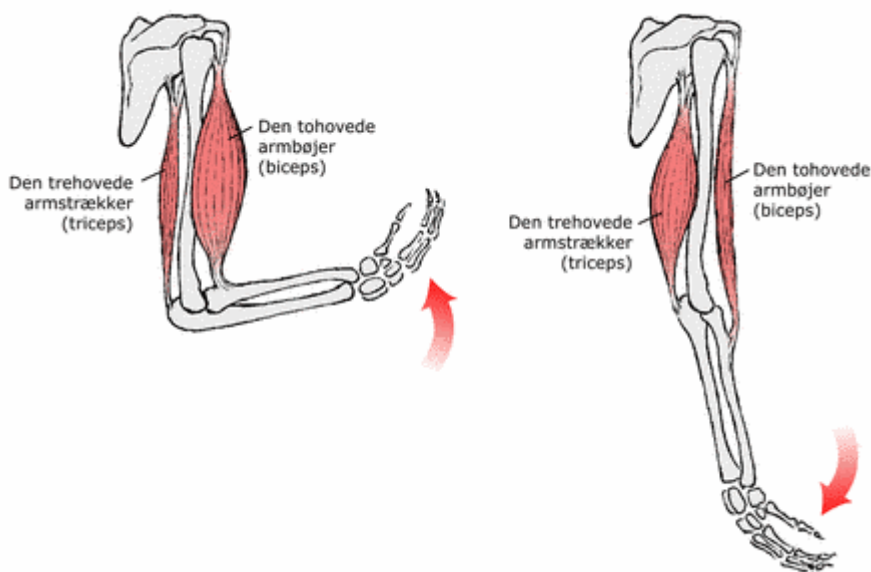
Et tværstribet mønster finder man til gengæld i både hjertemuskulatur og skeletmuskulatur. Hjertemuskulaturens funktion er at sørge for hjertets sammentrækninger, der får blodet til at strømme gennem blodårerne. Hjertemuskulaturen er som den glatte muskulatur heller ikke under viljens kontrol.

### Skeletmuskulatur

Skeletmuskulaturen er tydeligt tværstribet, når man betragter den i mikroskop. Skeletmuskulatur er under viljens herredømme: vi bestemmer selv vore bevægelser. Skeletmuskler skaber bevægelser. Du kan let mærke på dig selv, hvordan musklerne fungerer, for de bliver hårde, når de er aktive. Hvis du tager fat med højre hånd under skrivebordet og prøver at løfte det, kan du med venstre hånd mærke, at højre overarms forside spændes. Den tohovedede armbøjler er i funktion. Den udspringer fra overarmens forside og fæster på underarmens forside. Og når den aktiveres, trækker den sig sammen. Derved nærmer musklens fæste på underarmen sig musklens udspring på overarmen: armen bøjes.

Hvis du derimod lægger højre hånd ovenpå bordet og presser dig væk, kan du med venstre hånd mærke, at højre overarms bagside spændes: den trehovedede armstrækker er i funktion. Den udspringer fra overarmens bagside og hæfter på underarmens bagside (se figur 1). Læg mærke til, at uanset om musklerne bøjer eller strækker et led, så trækker de sig sammen.

Det er placeringen af udspringet på den ene knogle og fæstet på den anden, der afgør, om bevægelsen bliver en strækning eller en bøjning af leddet.



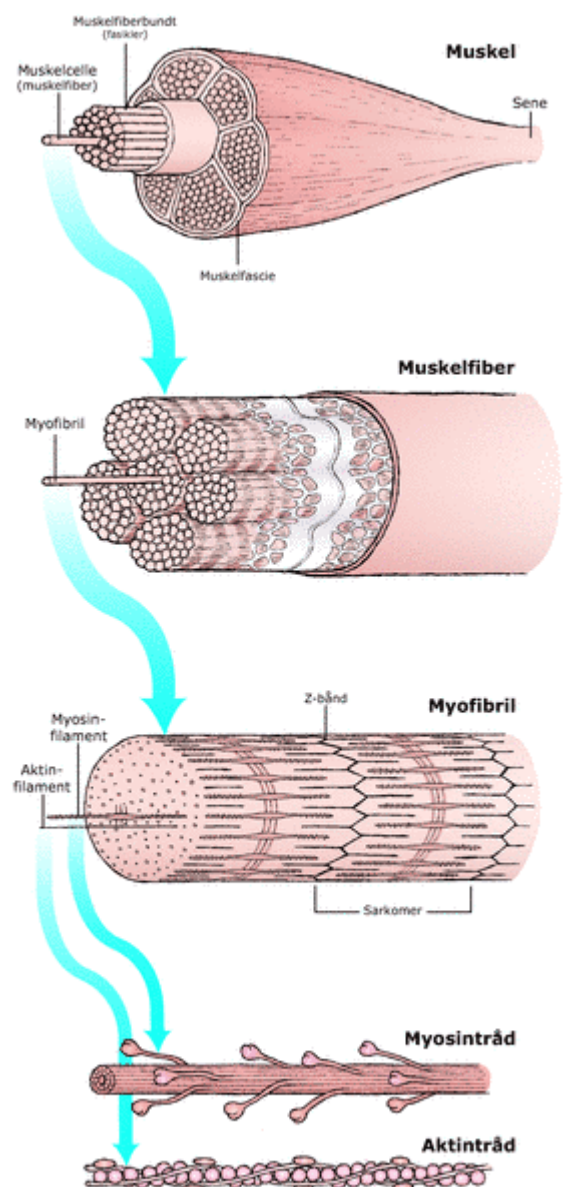
Figur 1: Armbevægelse. Når den tohovedede armbøjer aktiveres, bøjer armen. Når den trehovedede armstrækker aktiveres, strækkes armen.

## Muskels opbygning

Figur 2: Muskels opbygning.

Lad os se nærmere på muskels opbygning (se figur 2). En muskel er et bundt af op til flere tusinde tætliggende muskelceller, der også kaldes muskelfibre. De ligger i bundter adskilt af tynde bindevævshinder med nerver og blodkar. Omkring musklen er der en glat hinde, muskelfascien. Hinden holder sammen på musklen og bevirker, at den under aktivitet kan glide uhindret frem og tilbage mellem andre muskler og andet væv. Ved overgangen til knoglen danner den en sene. Senerne er meget trækstærke, da det er gennem dem, kraften overføres.

Selve muskelfiberen er en stærkt specialiseret celle. Den har mitokondrier og andre organeller som andre celler. Men deres indre er domineret af myofibriller. Og det er opbygningen af disse myofibriller, der er årsag til, at en muskel kan trække sig sammen. Myofibrillen består af særlige proteintråde(filamenter), aktin og myosin, der ligger mellem hinanden. Aktintrådene holdes på midten sammen af en tværgående membran. Når man kigger på muskler i mikroskop, vil man med visse mellemrum se disse membraner. Aktintrådene stråler vinkelret ud fra begge sider af membranen. De er så korte, at de ikke når hen til den efterfølgende membrans aktintråde. Der er mellemrum mellem aktintrådene, og i mellemrummet ses myosintrådene. De ligger parallelt med aktintrådene og overlapper dem.



## Røde og hvide muskelfibre

Ildrætsforskere har fundet ud af, at muskelfibrene er forskellige. De har forskellige egenskaber med hensyn til sammentrækningshastighed, stofskifte og kraftudvikling. Man inddeler dem i de røde og de hvide fibre. De røde fibre beskrives som langsomme og udholdende. De er nemlig karakteriseret ved en relativ lav kontraktionshastighed og en relativ lille kraftudvikling. Til gengæld kan de arbejde i lang tid uden at trættes. Det skyldes, at de har et højt indhold af mitokondrier og såkaldt oxidative enzymer, dvs. enzymer der katalyserer respiration af kulhydrat og fedtstof under forbrug af ilt. Desuden er de forsynet med mange kapillærer, som sikrer en god iltforsyning (se tabel 1).

	Røde fibre	Hvide fibre
Kontraktionshastighed	Lav	Høj
Kontraktionskraft	Lille	Stor
Udholdenhed	Stor	Lille
Antal mitokondrier	Højt	Lavt
Glykolytiske enzymer (antal)	Lavt	Højt
Oxidative enzymer (antal)	Højt	Lavt
Kapillærer (antal)	Højt	Lavt
Tærskelværdi	Lav	Høj

Tabel 1: Sammenligning af de røde og de hvide fibres egenskaber.

De hvide fibre beskrives som hurtige, men mindre udholdende. De er nemlig karakteriseret ved en høj kontraktionshastighed og stor kraftudvikling. Til gengæld trættes de hurtigt. De har et lavt indhold af mitokondrier og oxidative enzymer. I stedet har de et højt indhold af de såkaldt glykolytiske enzymer, der bruges under det anaerobe stofskifte (glykolysen).

Der er også forskel på de røde og de hvide fibres villighed til at reagere på impulser fra nervesystemet. De røde fibre reagerer på relativt svage impulser: de har en lav tærskelværdi. De hvide fibre kræver kraftigere impulser fra nervesystemet, før de reagerer: de har en høj tærskelværdi. Det betyder, at man ved arbejde med lav intensitet mest bruger de røde fibre. Ved dagligdags gøremål som gang, lettere havearbejde, rolig cykling osv. bruger man hovedsageligt de røde fibre. Men når man skal lave voldsommere bevægelser som spring, kast eller sprint, aktiveres de hvide fibre.

Der er medfødte forskelle i fordelingen af røde og hvide fibre i musklerne. Nogle mennesker har flest hvide fibre, mens andre har flest røde. Atter andre har en ligelig fordeling mellem røde og hvide fibre. Ildrætsforskerne har undersøgt fiberfordelingen i lårmusklen på forsiden af benet (den firehovedede knæstrækker) hos forskellige eliteidrætsfolk og almindelige mennesker. Undersøgelsen viste, at sprintere havde 25% røde fibre og 75% hvide fibre, mens langdistanceløbere omvendt havde 75% røde fibre og 25% hvide fibre. Gennemsnitsdanskeren har lige mange af hver fibertype. Mennesker med mange hvide fibre klarer sig bedst i idrætsgrene, hvor præstationerne er kraftfulde og kortvarige, mens mennesker med mange røde fibre klarer sig bedst i udholdenhedsidrætsgrene (se figur 3).



Figur 3: Fiberfordeling. Fordelingen af røde og hvide muskelfibre i den firehovede knæstrækker hos eliteudøvere i forskellige idrætsgrene samt hos utrænede.

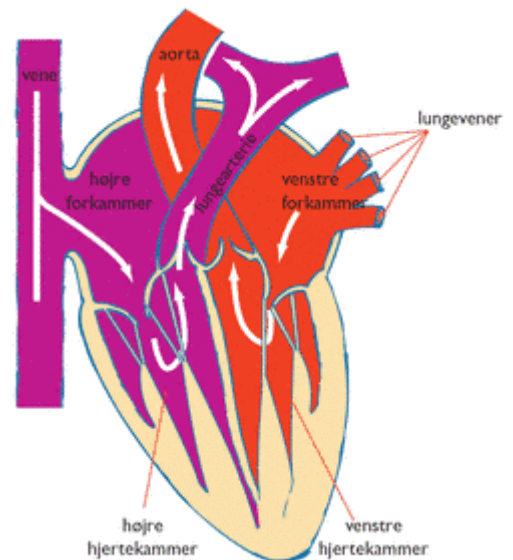
# Hjertet

## Hjertet - opbygning og funktion

Hjertet er pumpen, der vha. muskelkraft sender blodet rundt i kredsløbet. Det er delt i en højre og en venstre side. Både højre og venstre side består af et forkammer og et hjertekammer. Hjertet består således af fire kamre (se figur 3). Blodet ankommer fra venerne til forkamrene og sendes videre til hjertekamrene. Fra hjertekamrene pumpes blodet ud i arterierne. Højre forkammer modtager iltfattigt blod fra det store kredsløb. Fra højre forkammer sendes blodet til højre hjertekammer og herfra videre til lungerne.

I lungerne bliver blodet iltet. Fra lungerne sendes det iltholdige blod gennem lungevenerne til venstre forkammer og løber herfra til venstre hjertekammer. Fra venstre hjertekammer sendes blodet gennem legemspulsåren, aorta, ud i det store kredsløb. Blodstrømmen gennem hjertet bliver ensrettet vha. klapper. Der

er klapper mellem hjertekamrene og arterierne, og der er klapper mellem forkamrene og hjertekamrene.



**Figur 3: Hjertets opbygning. Pilene angiver blodstrømmens retning gennem hjertet.**

Antallet af hjertesammentrækninger per minut kaldes for pulsen og er ca. 60 slag pr. min i hvile. Blodmængden, der pumpes ud i hvert hjerteslag, kaldes for slagvolumen og kan være ca. 70 mL i hvile. Blodmængden, der pumpes ud af et hjertekammer per minut, kaldes for minutvolumen. Minutvolumen findes ved at multiplicere puls og slagvolumen. Dvs. minutvolumen i ovenstående eksempel er lig med  $60 \text{ slag/min} \times 70 \text{ mL/slag} = 4.200 \text{ mL/min}$ .

## Animation om hjertets funktion



[http://bioaktivator.systeme.dk/fileadmin/filer/animationer/faerdige\\_versioner/Hjertet/hjertegem38.swf](http://bioaktivator.systeme.dk/fileadmin/filer/animationer/faerdige_versioner/Hjertet/hjertegem38.swf)  
**Blodtryk og regulering af blodtryk**

Hjertets sammentrækningsfase kaldes for systolen. Under systolen er trykket i arterierne på ca. 120 mmHg for en person på 20 år. Dette tryk kaldes for det høje eller det systoliske blodtryk. Hjertets opfyldningsfase (eller hvilefase) kaldes tilsvarende for diastolen. I diastolen er blodtrykket i arterierne på ca. 70 mmHg for en person på 20 år. Dette tryk kaldes for det lave eller det diastoliske blodtryk. De to blodtryk skrives normalt på følgende måde 120/70 (læses 120 over 70). Blodtrykket ændrer sig med aktivitetsniveauet. Med alderen stiger blodtrykket. Stigningen bliver især markant, hvis de elastiske arterier bliver forkalkede pga. fedtholdig kost og for lidt motion.

Blodtrykket kan registreres af sanseceller (trykreceptorer) i halsarterien og i aorta. Hvis blodtrykket stiger, sendes der besked til hjertet fra kredsløbscenteret i hjernen. Hjertet nedsætter både puls og slagvolumen. Begge dele får blodtrykket til at falde. Fra kredsløbscenteret går der også via nerver besked til de muskler, der omgiver de små arterier (arterioler). Musklerne afslappes og blodkarrene udvider sig. Dette får også blodtrykket til at falde.