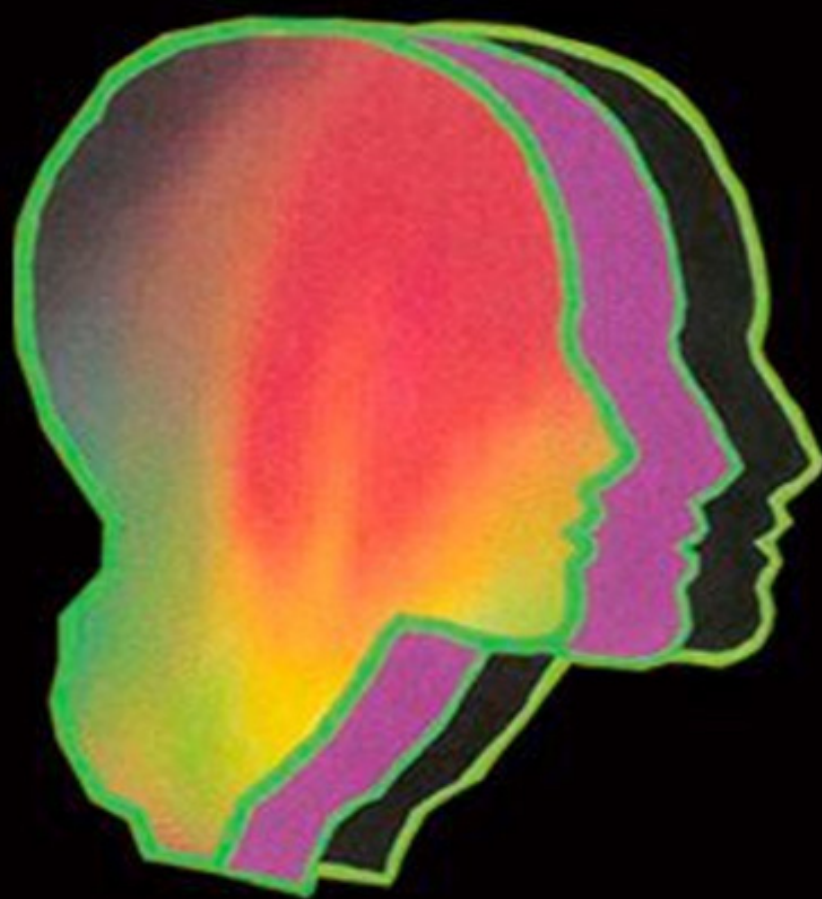


# Den omedvetna zonen

Din hjärnas hemliga liv



Sven-Olof Olsson

# Innehåll

## Inledning

Introduktion till intuition och den omedvetna zonen

## Kapitel 1 Medvetande, människans perception och begränsningar

*Neuronernas universum*

Nervsystemet

Nervcellen

Hjärnans plasticitet

Hjärnans tidsuppfattning

Medvetandet

## Kapitel 2 Medvetandets gränser

*Supersinnen*

Synsinnet

Hörselsinnet

Luktsinnet

Smaksinnet

Synestesi

Savant syndrom

## Kapitel 3 Kan en hjärna hackas?

*Tänkeläsning*

Bildtolkning via visuella cortex

Avkodning av hippocampus och prefrontala loben

Metoden electrocortography (ECoG)

Syntetisk telepati via EEG signaler

Hjärnpåverkan via TDCS och TMS

Omedveten påverkan via luktsinnet

#### Kapitel 4 Kroppsmedvetande

*Budo den intuitiva försvarskonsten*

Bushido samurajernas hederskodex

Aikido

Ninjutsu

#### Kapitel 5 Intuition

*Den omedvetna intelligensen*

System 1 respektive system 2

Intiutiva beslut

Expert forskning

Intuition och kroppsspråk

#### Kapitel 6 Kroppsspråket

*Den omedvetna kommunikationen*

Ansiktsuttryck

Kroppsspråkets betydelse

Medveten påverkan av kroppsspråk

Kroppsspråks lexikon

## Kapitel 7 Biofeedback

*Medveten påverkan av det omedvetna*

Neuro-feedback

Lögn-detektorer

Expertträning av hjärnan för verkan i Zonen

Datorstyrning för funktionshinder

Spel styrda av EEG signaler

## Kapitel 8 Hypnos

*Omedveten påverkan*

Mesmerismen

James Braid och hypnosbegreppet

Paris och Nancyskolan

Den moderna hypnosutvecklingen

Mottaglighet för hypnosbehandling

Hypnos och smärtlindring

Teorier om hypnostillståndet

## Kapitel 9 Placebo, nocebo

*Tankens makt*

Placebo, nocebo effekter

Modern placeboforskning

Placebo genom betingning

Kulturell betingad placebo

## Efterskrift

## Referenser

## **Introduktion**

### **Intuition och den omedvetna zonen**

Begreppet "Den Omedvetna Zonen" i denna bok avser vår hjärnas områden där många intuitiva beslut och subliminal påverkan sker helt omedvetet. Som människor utsätts vi dagligen för dolda påverkningar som inte registreras av vårt medvetande. Vi säger att vi har beslutat efter vår magkänsla eller att vi, utan medveten kunskap, intuitivt bara vet hur något hänger ihop. Många kända vetenskapsmän (t.ex. Einstein, Maxwell) hänvisar till sin intuition när de plötsligt upptäcker nya tidigare okända samband inom fysiken. Nya rön inom hjärnforskning om perception pekar på att vårt medvetande endast i ringa grad kan tillgodogöra sig all den information som våra sinnesorgan producerar.

Hjärnforskare har visat att vi har en fördröjning på ca 0,5 sekund innan vi blir medvetna om t.ex. synintryck som genereras i storleksordningen 10 MB/s (10 miljoner informationsbitar per sekund). Denna fördröjning skulle kunna vara fatal i situationer där man behöver reagera instinktivt vid någon farlig händelse (flykt, risk för skada). Hjärnan har löst detta genom att reagera automatiskt utan en medveten tanke i många situationer. När vi t.ex. kör bil vet vi ofta inte hur vi har manövrerat bilen fram till destinationen, utan bilkörning har blivit en automatisk aktivitet tills det eventuellt händer något oväntat.

Vi kan i många fall träna upp en förmåga till automatiskt handlande som i en Budo sport, där kroppen tränas att instinktivt utföra lämpliga parader utan medvetandets inblandning. Även i många monotona arbetssituationer

tenderar den som utför arbetet att dagdrömma, medan kroppen automatiskt utför de inlärdas arbetsmomenten. Till skillnad från föregående tillstånd är "Flow" ett speciellt tillstånd där man går in i en arbetsuppgift och bokstavligen uppslukas av arbetsflödet och man blir omedveten av tid och omgivning. Det krävs vissa förutsättningar för att hamna i flow tillståndet.

Man talar också om dold (tyst) kunskap inom olika arbetsområden, där man ibland säger att företagets kunskap sitter i väggarna. Trogna medarbetare med mångårig erfarenhet i ett företag har ofta en omedveten kunskap som så att säga sitter i ryggmärgen. Ett exempel är från Ericsson Microwave (tidigare anställning) där en vågledare för mikrovågor till Tele-X satelliten med speciellt höga krav på noggrannhet (1/100 mm) skulle svarvas. Man fick anlita en pensionsmässig svarvare med lång erfarenhet av en speciell svarv för att kunna hålla nödvändig noggrannhet på vågledaren.

I vardagen är nutidsmänniskan utsatt för omedveten påverkan i många sammanhang. Beteendevetenskapen har kartlagt våra köpvanor och därmed utformat butikerna så att varuexponering, belysning, färgval och bakgrundsmusik anpassats för att utlösa optimal köplust hos kunden. Även reklambranschen undersöker hur man bäst kan få uppmärksamhet för tidningsannonser och TV reklam. I detta sammanhang talar man om subliminal perception där man har gjort försök att lägga in enstaka reklambilder i filmer vilka man inte ser medvetet men som ändå kan ge undermedvetna budskap.

En annan omedveten påverkan som vi dagligen utsätts för är vårt förhållande till kroppsspråk. Vi har oftast ett intuitivt sätt att tolka de signaler som omgivningen signalerar. I

kapitel 6 ges en genomgång hur vi kan bli medvetna om denna påverkan.

Nyutveckling av elektronisk apparatur för mätning via elektroder på kroppen av normalt omedvetna endokrina funktioner har utmynnat i en ny terapiverksamhet kallad biofeedback. Utrustningen är utformad så att patienten visuellt eller ljudmässigt kan se den aktuella statusen på den mätta variabel. Genom biofeedback kan man t.ex. påverka hjärtverksamheten med medvetna suggestioner och direkt se återverkan på pulsrytmen. Terapeutiskt används biofeedback till att bl.a. påverka stressrelaterade sjukdomstillstånd. Liknande påverkan på kroppens endokrina system har man under årtusenden kunnat påverka via Yoga övningar. Metoder för att sänka andningsfrekvens, hjärtverksamhet och ämnesomsättning ingår i många Yoga traditioner.

Senare tids hjärnforskning har fått helt nya möjligheter att mäta hjärnans inre arbete genom kartläggning av de neurala nätverken via datorstyrda mätmetoder som funktionell magnetisk resonans tomografi (fMRI), Magnetencefalografi (MEG) och Transkraniell magnetisk stimulans (TMS) m.fl. Genom dessa metoder kan man idag i detalj följa hjärnans arbete och kartlägga många av de omedvetna aktiviteter som formar våra tankemönster. För personer med neurologiska sjukdomar kommer detta att medföra helt nya behandlingsmetoder.

Hypnos används inom medicinen som bedövning vid vissa operationer och som terapi vid bl.a. rökavvänjning och botande av fobier. Nyare forskning har visat att hypnos är ett speciellt medvetandetillstånd där man kan mäta ögonrörelser och EEG (mätning av elektrisk aktivitet i hjärnan via elektroder på utsidan av huvudet) som ger



specifika mönster som skiljer sig från normalt vaket medvetande.

Placebo/nocebo effekter som påverkar oss bl.a. vid sjukdomsbehandling har kartlagts via moderna forskningsmetoder. Även i Sverige bedrivs denna typ av forskning på Karolinska sjukhuset i Stockholm under ledning av professor Martin Ingvar. Resultaten från placeboforskningen har redan påverkat framtagning och utprovning av nya medicinska preparat för att tillvarata den positiva påverkan som placebo kan medföra.

I psykoanalytiska termer enligt Freud, så talar han om olika skikt i det personliga medvetandet som han liknar vid ett isberg som flyter på vattenytan. Över vattenytan ligger det medvetna jaget och under ytan ligger det undermedvetna som likt isberget har störst innehåll. Vattenytan symboliseras med begreppet det förmedvetna som innehåller varseblivning som kan nås med viss ansträngning.

C G Jung, en av Simon Freuds tidigare medarbetare, utarbetade en egen teori då han införde termen det kollektivt omedvetna tillståndet där begreppet arketyper infördes.

I boken redogörs för delar av de senaste forskningsresultaten avseende hjärnans komplicerade neurologiska struktur. I [kapitel 3](#) "Kan en hjärna hackas" ges ett urval av hjärnforskning som i en framtid t.o.m. kan tränga in under skallbenet och registrera den inre monologen hos en försöksperson. Kapitlen i boken kan läsas oberoende av varandra som artiklar i respektive ämnesområde. Varje kapitel avslutas med en sammanfattning av dess innehåll. [Kapitel 1](#) och [2](#) ger en mer neurologisk bakgrund angående hjärnans inre arbete.

Förslagsvis kan man i innehållsförteckningen välja ut några kapitel som väcker störst intresse att läsa först och därefter läsa om den neurologiska bakgrunden i kapitlen 1 och 2. Då varje kapitel innehåller nya definitioner och bakgrundsbeskrivningar bör man för att få full förståelse av boken "Den Omedvetna Zonen" göra en andra läsning från början för att även det som står mellan raderna skall framgå.

# **Kapitel 1 Medvetande, människans perception och begränsningar**

## ***Neuronernas universum***

Den mänskliga hjärnan jämte djuphaven är två av jordens återstående utforskade vita fläckar, där vetenskapen står inför stora utmaningar. Man har relativt nyligen börjat få redskap för att kunna kartlägga de fysiologiska processer som mänskligheten tidigare bara kunnat utforska genom spekulationer och antaganden. Under senaste decennierna i samband med den snabba datorutvecklingen har hjärnforskningen intensifierats och nya metoder med magnetröntgen (fMRI), EEG, PET, MEG och TMS har medfört att man kan kartlägga de många olika aktiviteterna i hjärnans neurala nätverk. Detta har lett till att man börjat kunna urskilja enskilda tankemönster i en persons hjärna. Människans hjärna är troligen den mest komplicerade strukturen i universum med ca 100 miljarder hjärnceller (neuroner) och där varje neuron kan ha upp till 10000 nervförbindelser med andra neuroner i gigantiska nätverk. Komplexiteten i dessa nätverk medför astronomiska tal och i jämförelse ligger nuvarande superdatorer långt ifrån att kunna simulera dessa komplexa neurala nätverk.

Man har framgångsrikt kartlagt den genetiska informationen i det mänskliga genomet inom ett internationellt projekt under 10 år i projektet HUGO (Human Genome Organisation). Nyligen startade ett långtidsprojekt i USA vid UCLA universitetet i Los Angeles där forskningen under ledning av professorn i neurologi Arthur Toga på motsvarande sätt skall kartlägga hjärnans samtliga neurala nätverk. Detta projekt benämns "The human connectome

project". I Europa pågår ett liknande 10 års projekt benämnt "Human Brain Projekt (HBP), vilket är inriktat på att med datorsimulering av enskilda neurala nätverk succesivt försöka göra simulering av hela hjärnans neurala funktion.

Det sägs ofta att vi som människor bara använder cirka 10 % av vår hjärnkapacitet. Sanningen ligger nog i det omvända att de flesta mentala processerna i hjärnan ca 90 % är omedvetna, medan vi är medvetna om ca 10 %. Hjärnan kan liknas vid dagens datorer där man numera använder parallella datorkärnor som kan processa data samtidigt för att höja beräkningsprestanda. På liknande sätt hanterar hjärnan stimuli från våra sinnen i olika parallella neuronnätverk vilket ger en oerhörd prestandahöjning och simultankapacitet.

Bokens titel "Den Omedvetna Zonen" vill försöka ge förståelse av alla de omedvetna processerna som pågår i våra hjärnor. I de följande kapitlen redogörs för många av de företeelser som pågår i våra hjärnor utan att vi normalt är medvetna om dess påverkan på våra känslor, beteenden och beslut. I detta första kapitel kommer mer generella egenskaper hos människohjärnan att behandlas för att ge bakgrundsinformation angående grundläggande anatomi, fysiologi och kognitiva egenskaper. Om läsaren vill fördjupa sig i några av dessa specialämnen ges förslag till litteratur i bokens referenslista. Underrubriken neuronernas universum vill peka på betydelsen av neuronernas olika nätverk vars komplexitet är jämförbar med våra nuvarande kunskaper om universums ofattbara dimensioner.

Trots att vi i vårt medvetna jag som människa upplever den tredimensionella världen som en kontinuerlig upplevelse (analog), finns det många begränsningar i våra sinnesorgan och i hjärnans bearbetning av inkommande stimuli från vår omgivning. Vår tidsuppfattning t.ex.

påverkas dels av en upplevelses emotionella innehåll där en viss tråkig aktivitet kan kännas evighetslång. Medan upplevelse av tid i barndomen, då de flesta upplevelser är nya, gör att ett sommarlov kan upplevas som en eon av tid. Där man i vuxen ålder tycker att sommaren går alldeles för fort. Rent filosofiskt kan man fundera på vad som menas med tid och hur hänger de kausala händelseförloppen ihop när det gäller nutid, framtid och dåtid (historien).

En som funderat djupt i dessa frågor är kyrkofadern Augustinus (år 354-430) som i sin klassiska bok "Bekännelser" (bok 11, § 17-41, [ref.1.1](#)) i samband med tankar om hur Gud skapade världen, gav sin syn på hur vi som människor upplever tiden. Augustinus noterar liksom Aristoteles: att alla vet vad tid är, tills de blir tillfrågade vad tid är. Augustinus anger till att börja med att tid är relaterat till händelser i det förgångna (dåtid), saker som pågår (nutid) och saker som förväntas ske i framtiden. Redan därkonstaterar Augustinus en uppenbar sak, om tid är definierad av saker som kommer att hända, bestå under en kort tid och därefter försvinna kommer tiden som en yttersta konsekvens att bli odefinierbar. Då Augustinus ställer frågan om hur långt nuet är: år, månader, dagar, en timme, en minut eller en sekund kommer han till resultatet att nuet bara är övergången mellan framtid och dåtid och därmed inte har någon utsträckning, utan utgör bara gränslinjen däremellan. Han konstaterar att nutid inte intar något utrymme och har ingen utsträckning, då varje varaktighet skulle omedelbart bli dåtid och framtiden ännu inte existerar. Det gångna (dåtid) finns inte men lever kvar som bilder i minnet i nuet, medan framtiden å andra sidan får sin existens av förutsägelser baserade på företeelser som existerar i nuet.

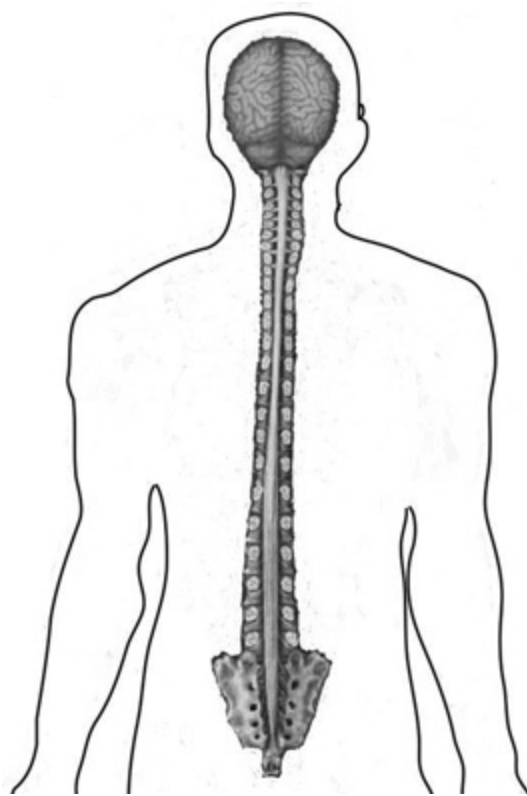
Trots dessa motsägelser är Augustinus villig att acceptera den vanliga innebörden av termen dåtid, nutid och framtid

och resonerar om hur man skall kunna mäta tid som passerar ögonblicket nu. Han anger att det är möjligt att mäta tid med inspiration från astronomin där man kan mäta tid med rörelse av tunga kroppar som solen där solens gång under en dag respektive ett år kan definiera tid. Då Augustinus inser det odefinierbara i tidsbegreppet ger han förslaget att det är själen som skulle vara det bestående i det eviga nuet. Denna fråga om tid och upplevelse av nuet är intressant i samband med hur hjärnans perception och medvetande påverkar vår uppfattning av "verkligheten". Augustinus utläggning om tiden (nutid, framtid och dåtid) är subjektiva begrepp som kan kopplas till människans själsliga funktioner som varseblivning (nutid), förväntan (framtid) och minne (dåtid).

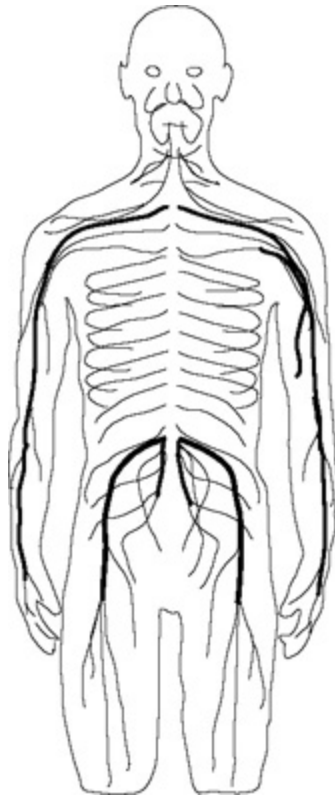
## ***Nervsystemet***

Hjärnans uppfattning av tid formas av ett antal fysiologiska egenskaper i den mänskliga kroppen. Först en kort övergripande genomgång av det mänskliga nervsystemets uppbyggnad. Man delar in nervsystemet dels i det centrala nervsystemet (CNS, se [fig.1.1](#)) bestående av storhjärna, lillhjärna och ryggmärgen, vilken ligger centralt i ryggraden. Dels det perifera nervsystemet (PNS) vilket utgörs av alla nervtrådar som löper in och ut från hjärnan och ryggmärgen vilka är kopplade till bl.a. muskler och sinnesorganen för syn, hörsel, känsel, lukt och smak. De inkommande signalerna från sinnesorganen går till thalamus, vilken fördelar signalerna vidare till rätt centrum i storhjärnan (se [fig. 1.3](#)). Centrala nervsystemet tar emot sensoriska signaler från det perifera nervsystemet och styr bl.a. muskler och inre organ med motoriska ut signaler till det perifera nervsystemet. Hjärnan kan via medvetandet styra t.ex. skelettmuskler (somatiska nervsystemet), medan många aktiviteter i kroppen styrs automatiskt som t.ex. hjärta och lungor via det autonoma nervsystemet.

Det autonoma nervsystemet är i sin tur uppdelat i det sympatiska nervsystemet vilket agerar i situationer där kroppen behöver aktiveras i t.ex. hotfulla situationer och dels det parasympatiska nervsystemet som är aktiverat i viloperioder med återuppbyggnad och återhämtning av kroppen. Nervsystemen är också kopplade till det endokrina systemet i kroppen som bl.a. via hypotalamus styr olika körtlar i kroppen via hormoner som genom blodet påverkar målorganen.



CNS

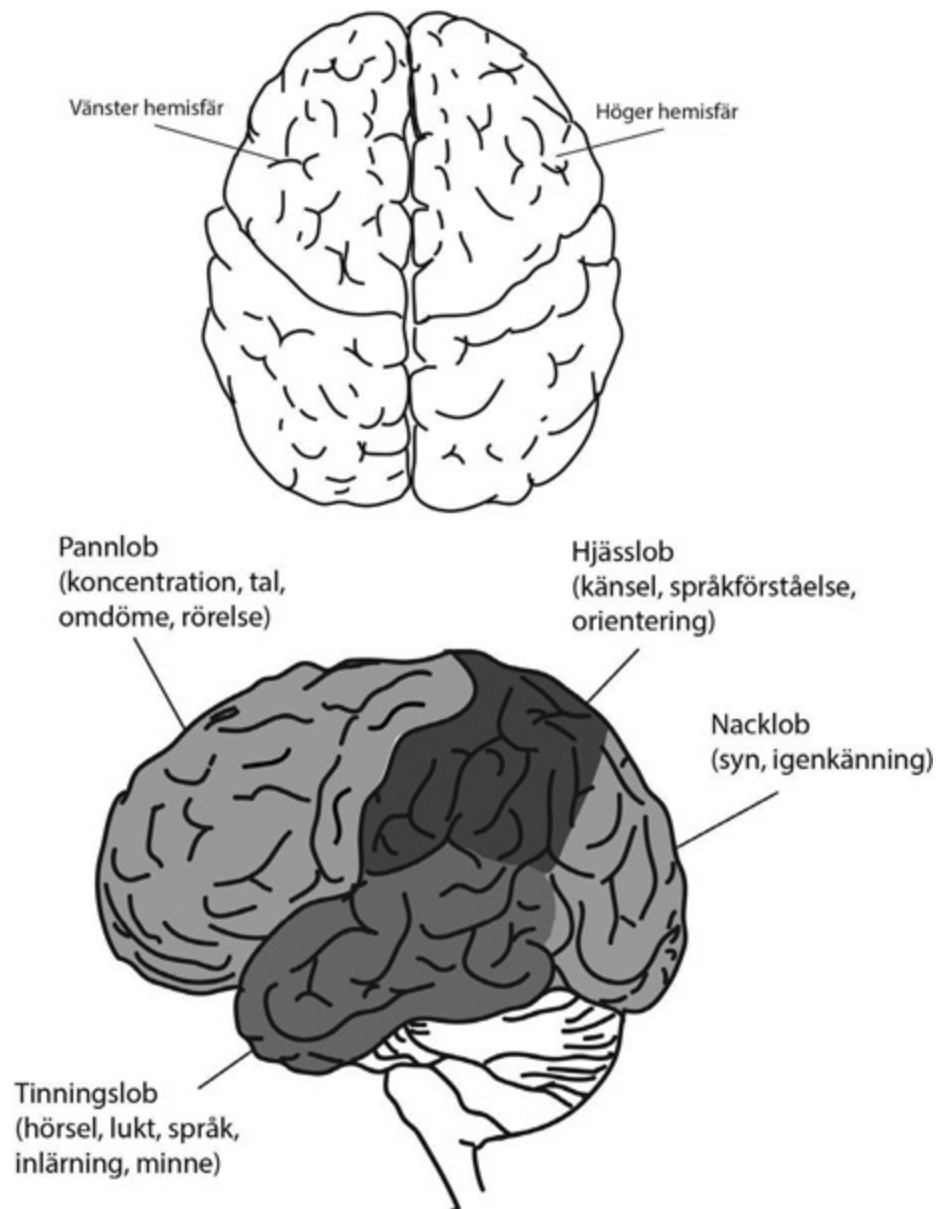


PNS

Figur 1.1 Centrala och perifera nervsystemet.

Hjärnan väger ca 1,4 Kg och består av storhjärnan, hjärnstammen och lillhjärnan, men trots hjärnans lilla storlek i kroppen förbrukar den ca 20 % av kroppens totala energi. Hjärnstammen är hjärnans primitiva del men sköter många autonoma livsviktiga funktioner som t.ex. hjärtfrekvens, andning och även alla inkommande sinnesintryck från kroppens sensororgan (förutom lukten) som distribueras till olika delar av storhjärnan där vidare bearbetning sker. Storhjärnan är indelad i två hjärnhalvor en vänster respektive höger hemisfär där en djup längsgående fura skiljer dem åt och i dess botten ligger hjärnbalken som förbinder de två hjärnhalvorna med ett omfattande nätverk av nervtrådar. Varje hjärnhalva indelas i pannlob, hjässlob, tinninglob och nacklob se [fig. 1.2](#).





Figur 1.2 Hjärnans anatomi, lober

De två hjärnhalvornas funktion skiljer sig åt då den vänstra delen är dominerande i frågor som t.ex. språk, logiskt tänkande, matematiskt tänkande och detaljkunskap, medan den högra hjärnhalvan istället har en bättre spatial uppfattning, gynnar kreativitet, spontanitet, musikalitet och ger en mer holistisk förmåga. Samordning av intryck i de båda hjärnhalvorna sker via hjärnbalken. I hjärnbalken korsas nervbanorna från hjärnan till övriga kroppen där

vänster hjärnhalva kontrollerar höger kroppshalva (armar, ben m.m.) medan högra hjärnhalvan på samma sätt kontrollerar vänster kroppshalvas lemmar. De flesta personer som är högerhänta har den vänstra hjärnhalvan som den dominerande hjärnfunktionen och vissa anser att medvetandet i första hand emanerar därifrån.

När man speciellt under 1950 talet utförde operationer på patienter med svåra epileptiska anfall genom att kapa nervförbindelserna i hjärnbalken mellan hjärnhalvorna kunde man ta bort eller minska symptomen för patienterna ("split-brain" procedures). Som biverkan fick patienterna problem med samordningen av sinnesintryck i de två hjärnas hemisfärer som i vissa fall kunde ge patienten en känsla av konflikt mellan sinnes signaler i de två hjärnhalvorna. Den amerikanske neuroforskaren Roger W Sperry (1913-1994) fick nobelpriset i medicin 1981 för sina upptäckter om hjärnans olika funktioner i vänster respektive höger hjärnhalva. Sperry hade tidigare under 1940 och 1950 talen forskat med djurförsök dels på grodor med deras synnerver och dels på "split-brain" operationer på katter och hundar.

Sperry fick i början på 1960 talet möjlighet att göra tester av den kognitiva förmågan hos patienter som genomgått "split-brain" operationer för att bota svåra epileptiska anfall. En av patienterna var en man som dagligen under en tioårsperiod lidit av svåra epileptiska anfall från tidigare krigsskador. Sperry utformade testmetoder för att kartlägga hur "split-brain" operationen påverkat patientens medvetande och kognitiva förmåga. Försöken visade att patienten fått en uppdelning av medvetandet i vänster respektive höger hemisfär, då informationskanalen mellan hjärnhalvorna skurits av.

I en första testserie genomförd tidigt efter operationen utfördes visuella tester där försökspersonen fick fixera blicken på en mittpunkt på en bildskärm och därefter visades olika bilder på den vänstra respektive högra delen av skärmen under en kortare tid. Då ögonens nerver delvis är korskopplade såg vänster hjärnhalva det högra respektive vänstra ögats retinas högra synfält medan höger hjärnhalva såg det högra respektive vänstra ögats retinas vänstra synfält. Det ingick också i test att patienten skulle plocka fram ett liknande föremål bakom en skärm med sin högra eller vänstra hand som hade visats på bildskärmen (se [ref. 1.2, 1.3](#)).

Resultatet blev att i ögonens högra synfält kunde föremål bara uppfattas av vänster hand och/eller verbalt, medan i ögonens vänstra synfält kunde föremålet bara uppfattas med höger hand men inte alls verbalt. Om båda händerna lämnades fria att peka ut objekt valdes höger hand för ögonens vänstra synfält och vänster hand i ögonens högra synfält. Liknande resultat fick man vid taktil påverkan med en tandpetare på höger ben där höger arm kunde peka ut kontaktpunkten, medan vänster arm bara hade slumpmässigt utpekande. På motsatt sida gällde det omvända att stimuli av vänster ben kunde endast pekas ut med vänster hand. Patientens lokalisering av taktil stimulering i ansikte, hjässa och baksida på huvudet fungerade med båda händerna och kunde även uttryckas verbalt, vilket visade att dessa nervbanor följer den kraniala nerven till denna region. Sperry summerade resultaten sålunda:

- Visuell information var bara tillgänglig i den hjärnhalva som respektive ögons högra eller vänstra synfält var kopplat till och endast samma kroppshalvas arm kunde peka ut rätt föremål från synfältet

- Aktiviteter som berör tal och skrift fungerade bara i den vänstra hemisfären.
- Taktil påverkan följde samma mönster för vänster respektive höger hemisfär som den visuella informationen ovan, men taktil stimulering i huvudregionen var intakt och här kunde båda sidorna peka ut stimuli platser och även ge verbal information.
- Resultaten stöder i viss mån tidigare teorier om hjärnhalvornas delvis specialisering där vänster halva står för tal, skrift och logik medan höger halva står för spatials och konstnärligt kreativa egenskaper.
- Hjärnbalken i en normal hjärna utbyter information så att nödvändig samordning av information mellan vänster respektive höger hemisfär finns tillgänglig för medvetandet.

Det finns en tidsfördröjning på ca 20 mS när stimuli skickas mellan hjärnhalvorna via hjärnbalken.

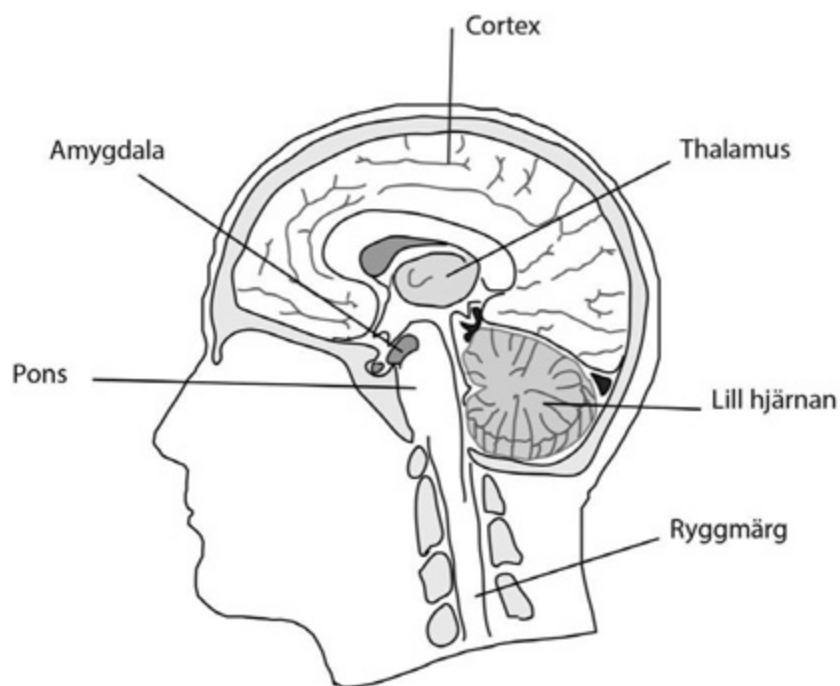
Hjärnans högre mentala funktioner är lokaliserade i hjärnbarken (cortex) som är det yttre lagret som ligger ytterst på storhjärnan och är ca 3-5 mm tjockt och innehåller mycket komplexa neurala nätverk. Yttre lagret som är gråfärgat innehåller neuronernas kopplingar i olika nätverk medan substansen mot insidan är vitfärgad på grund av de in och utgående axonkopplingarna från neuroncellerna vilka omges av myelinhylor (fettvävnad) som har vit färg. Förutom de ca 100 miljarderna neuroner i hjärnan finns det 10 gånger fler olika typer av stödceller som kallas gliaceller, vilka understöder neuronerna med näringstillförsel, immunförsvar, bilda myelinskidor m.m. I hjärnbarken ligger ett antal centra för bl.a. känsel, rörelser, språk och högre mentala funktioner med

associationsområden för beslutsfattande, logisk slutledning och planering. Detta för att bearbeta och kombinera all information till en helhetsbild, varför många anser att det mänskliga medvetandet formas i hjärnbarken.

Lillhjärnan (Cerebellum, se [fig. 1.3](#)) sitter längst ned under storhjärnan i bakre delen av hjärnan och är liksom storhjärnan delad i två hemisfärer med veckade ytlager. Lillhjärnan kommunicerar med storhjärnan och ryggmärgen via hjärnstammen och bryggan (pons) med hjälp av talrika neurala nätverk. Man kan se lillhjärnan bl.a. som samordnare av kroppens koordinerade rörelser, kroppens balans och kontroll av kroppshållning. Finmotoriska rörelser övervakas och inövade rörelseprogram som t.ex. cykling, simning eller en saltomotor finns lagrade i rörelseminnen. Då de har övats in finns de kvar under långa tider som när man en gång lärt sig cykla kan man det resten av livet. I ett senare kapitel om kroppsmedvetande berörs lillhjärnans funktion vid utövande av budosporter.

Kommunikationen via ryggmärgen innehåller information från receptorer i muskler, leder och sensor om deras inbördes positioner för kontroll av rörelse och kroppshållning. Från hjärnstammen sker signalering från balanskärnor och motorik. Via kärnor i pons tas signalering från hjärnbarkens sensoriska och motoriska cortex emot. Forskning har också pekat på att rörelseprogram troligen skapas i en "intern modell" av intränade rörelseprojekt i lillhjärnan och inkommande perception från kroppens sensorer jämförs med den interna modellens status för att fortlöpande kunna korrigera avvikelser. Om inrapporterade avvikelser är för stora för normal korrigerings anropas rörelsecentrum i hjärnbarken för ingripande. Normalt befriar lillhjärnan storhjärnan från rutinarbete med detaljstyrning av kroppsrörelser vilket under t. ex. normal bilkörning av en van bilförare avlastar storhjärnans arbete. Senare tids

forskning visar att förutom reglering av motoriska kroppsfunktioner kan processer i vårt tänkande och våra känslor hanteras i lillhjärnan som att hantera siffror, tala och skriva fortlöpande med flyt i rörelserna.



Figur 1.3 Hjärnans anatomi

## ***Nervcellen***

En neuroncell som är grunden i hjärnan och nervsystemet har i detalj en mycket komplicerad sammansättning, vilket ligger utanför denna boks detaljnivå, men här ges en grov beskrivning av de viktigaste delarna av en neuroncell. I [figur 1.4](#) visas en förenklad bild av neuronens uppbyggnad. Liksom alla celler i kroppen finns innerst en cellkärna som bl.a. innehåller den genetiska koden för cellens biologi. Ytterst ligger cellmembranet som utgör avgränsningen mot omgivningen. Några viktiga utskott från cellmembranet är dels de ofta många korta taggiga utskotten som kallas dendriter och är cellens inport för signaler från omgivningen

och dels det enda långa utskottet som kallas axon, vilket är cellens utsignal som kopplas till efterföljande neuron.

Inuti neuronerna sker signalering av nervimpulser via elektricitet och mellan en cells axonutgång och nästa cells dendritgång finns en struktur som kallas synaps och där sker signaleringen genom frisläppning av kemiska signalämnen. Dessa signalämnen (transmittorsubstanser) som t.ex. acetylkolin är ett signalämne vanligt förekommande i centrala nervsystemets synapser. Signalvägen är alltså: elektrisk - kemisk - elektrisk ... . Den elektriska signalen alstras kemiskt i neuroncellen och ger en spänning på ca -70 mV emellan in och utsida på cellmembranet i vila. Vid en aktivering av en nervcell via en dendrit sker genom en kemisk reaktion utväxling av natriumjoner  $\text{Na}^+$  och kaliumjoner  $\text{K}^+$  i cellen genom portar i cellmembranet varvid spänningen blir ca +30 mV på cellens insida (se [fig. 1.5](#)). Därefter återställs cellens vilopotential -70 mV genom en ny utväxling av natriumjoner och kaliumjoner via portarna i cellmembranet.

Enligt [figur 1.5](#) bildas en spänningspuls som propagerar genom axonet till nästa nervcells synaps och frisätter signalämnet där och denna spänningspuls kallas aktionspotential. Den mottagande nervcellen har receptorer vid synapsen som är mottagliga för det aktuella signalämnet (transmittorsubstansen) och om cellen stimuleras med tillräcklig mängd av signalämnet uppstår även i denna cell en aktionspotential som via dess axon skickas till nästa nervcell. Impulsen kan därefter gå genom många nervceller innan den t. ex. ger en reaktion i en muskel. Det finns också signalämnen som istället kan hämma (inhibera) cellen i att föra en nervimpuls vidare i nervkedjan.

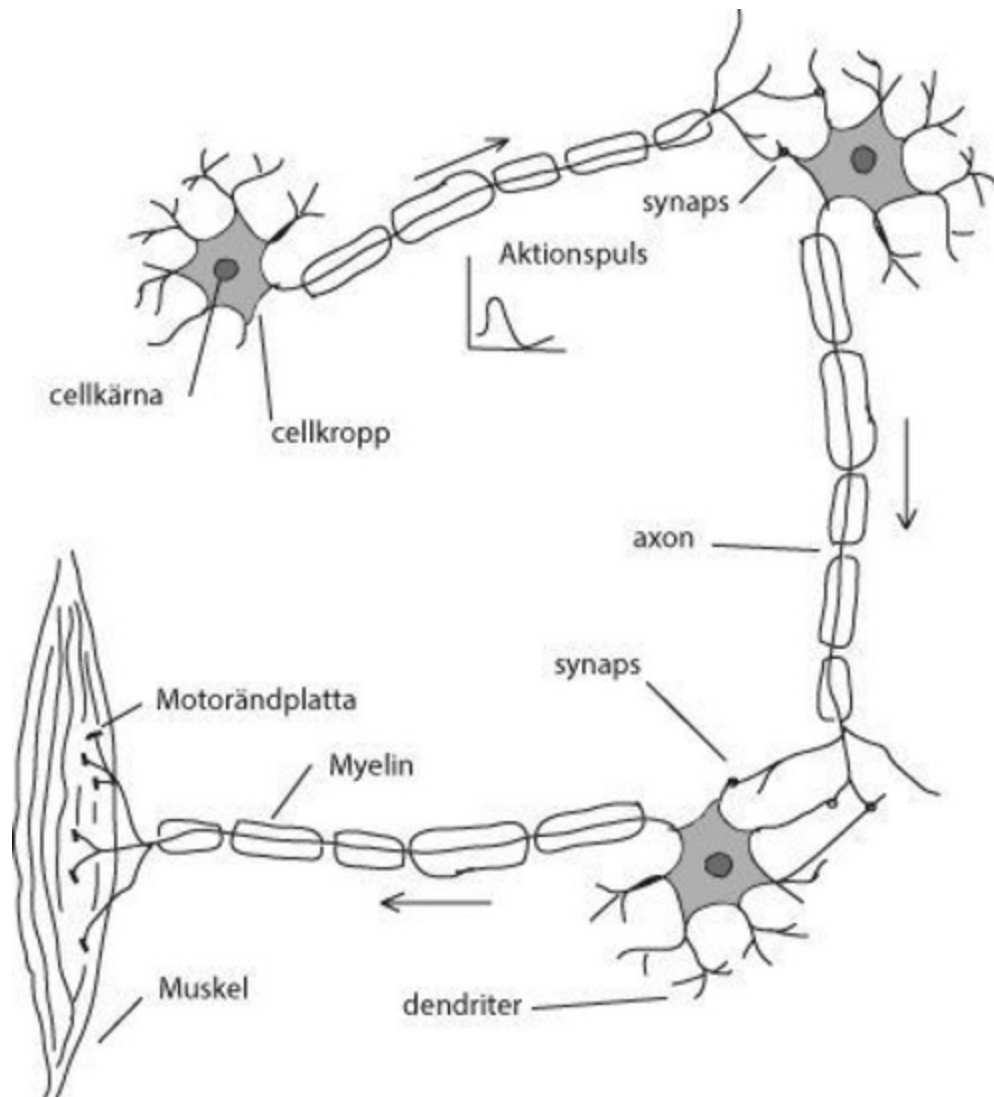
Cellen kan alltså endast hantera en nervimpuls åt gången innan en ny kan genereras, vilket innebär att om en nervfiber aktiveras under en viss tid sänds ett pulståg med nervsignaler vars intervall mellan pulserna bestämmer intensiteten av t.ex. en muskelaktivering. En ökad frekvens av pulser ger större aktivitet i muskelcellen, se [fig. 1.6](#). Då signaleringen av stimuli via nervfibern är en kombination av elektriska signaler och kemisk överföring mellan neuroncellerna i en nervbana kommer sinnessignalerna att vara fördröjda olika länge vid ankomst till hjärnans bearbetningscentrum. Detta är beroende av hur lång signalväg en nervfiber har t. ex. från en tå eller från näsan.

Redan på 1840 talet gjorde den tyske forskaren Hermann Holmberg mätningar på ett grodben för att mäta nervsignalens utbredningshastighet och kom fram till ca 30 m/s i en groda. När det gäller en människas nervfibrer är utsignalens fördröjning från nervcellens axon beroende av diametern på axonet och om det har ett omgivande hölje kallat myelin som delvis är ett fettlager. Man kan grovt dela in nervfibrerna i tre kategorier:

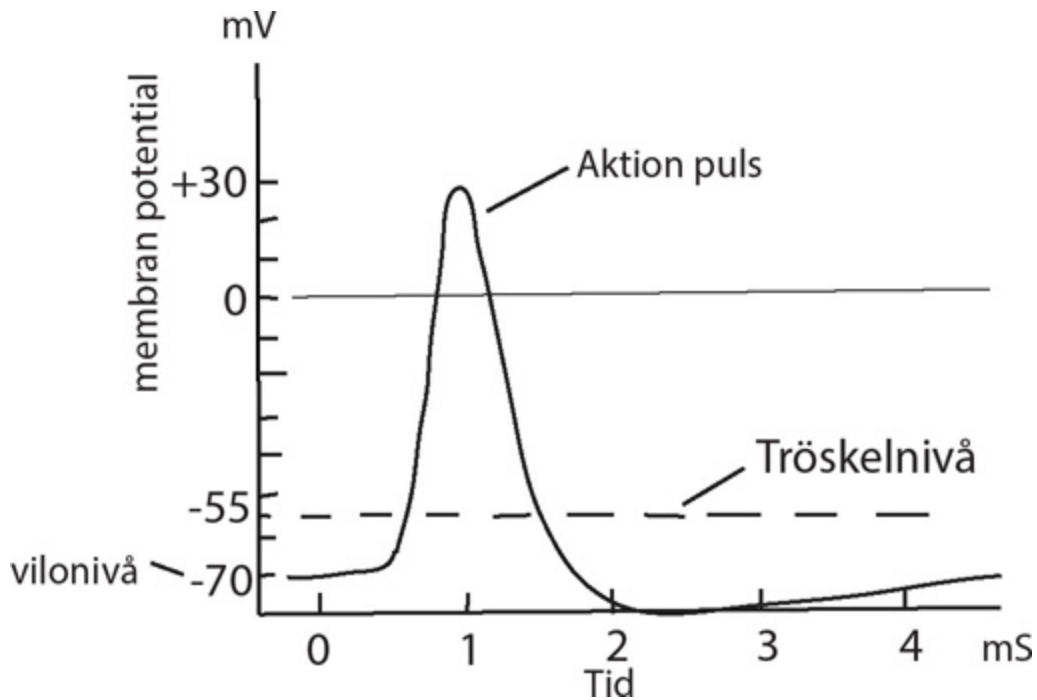
- A-fiber: Snabba, upp till 150m/s, (grova, myelin) ingår i t.ex. motorneuron.
- B-fiber: Halvsnabba, ca 15m/s, (mellantjocka, lätt myelin) ingår i t.ex. sensor från huden.
- C-fiber: Långsamma, ca 1m/s, (tunna, ej myelin) enligt föregående.

Generellt kan man säga att de grova snabba nervfibrerna förbinder nervbanor från t. ex. fötter och ben (t.ex. ischiasnerven) vilket ger snabbare överföring på den relativt långa signalvägen till hjärnan.

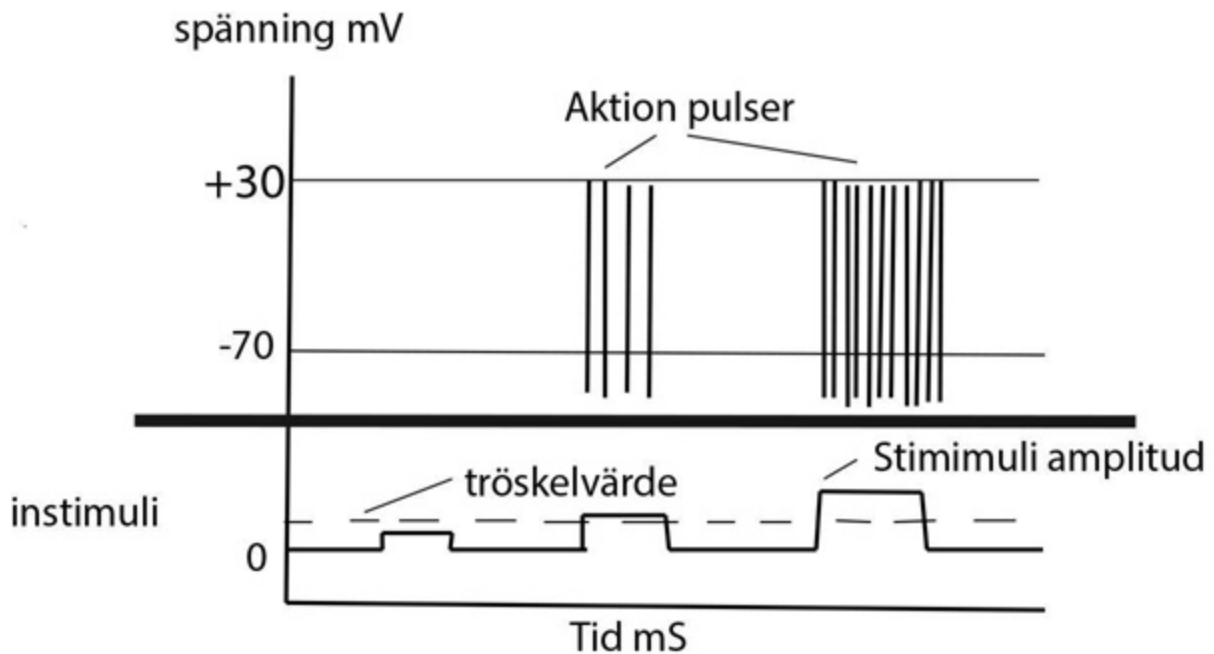




Figur 1.4 Nervcellens anatomi och funktion



Figur 1.5 Neuronens aktionspotential.



Figur 1.6 Nervsignalens utbredning.

Principbilden av ett neuron i [figur 1.4](#) är bara en generell grundbild för motorneuron, medan det i kroppen finns ett antal olika former av nervceller som är strukturellt och