Læs og lyt

Det biologiske grundlag for anvendelse af punktskrift
Af dr. med. Helge Andersen, 1993

Indhold:

Indledning 2
Synssansen 3
Menneskets hjerne 7
Synsbanerne fortsat 11
Følesansen 13
Hudens finere struktur 14
Følesansens impuls ledning 16
Sammenfattende betragtninger 18

Braille tryk
Danmarks blindebibliotek 1994

Sortskrift
Hans Rasmussen og Peter Hansen
Instituttet for Blinde og Svagsynede 2016

Det biologiske grundlag for anvendelse af punktskrift.

Af dr. med. Helge Andersen.

Indledning.

Alle levende organismer står på den ene eller anden måde bestandigt i kontakt med deres
Omgivelser og for dyrenes (herunder menneskets) vedkommende er denne kontakt blevet utroligt forfinet gennem udviklingen af forskellige former af såkaldte sanser. Hver sans betjener sig af specielle sanseorganer, der hver for sig er indrettet til netop at modtage deres særlige form for impulser fra omgivelserne

(Syns-, høre-, ligevægts-, smags-, lugte-, smerte-, tryk-, berørings- og temperaturimpulser op. som. ved.).

Imidlertid er det ikke tilstrækkeligt, at en organisme kan modtage omgivelsernes forskellige impulser. Den må ydermere være i stand til at kunne forarbejde de modtagne impulser, så de kan fremtræde som de såkaldte sanseindtryk og endvidere eventuelt kunne omsætte sanseindtrykket til et handlingsmønster. Til dette formål betjener f.eks. mennesket sig af nervetråde, der fra de specielle sanseorganer fører de modtagne impulser videre til et hjerneorgan, der kan forarbejde impulserne til et sanseindtryk.

Disse kan så videregives til andre afsnit af hjerneorganet, som derpå sørger for at omsætte de enkelte sanseindtryk i et handlingsmønster eller måske sørger for, at indtrykkene oplagres i (hukommelsen) til senere brug. Som det vil fremgå af det ovennævnte, beror sansningen -- eller med det mere flotte ord perceptionen - på et specielt biologisk grundlag, der nok vil udvise visse strukturmæssige forskelle med hensyn til modtagelse af de forskellige sanseimpulser, men som i det almindelige princip også udviser en vis ensartethed i grundopbygning.

I det følgende vil vi derfor gå over til i store træk at studere henholdsvis de forskelle og de lighedspunkter, der eksisterer mellem det at se kontra det at føle. En sådan vurdering vil lette forståelsen af, hvor af det er muligt at benytte punktskrift som erstatning for den almindelige sortskrift, når synssansen på den ene eller anden måde er reduceret eller helt ophævet.

Synssansen.
Til at varetage synssansens impulsmodtagning er organismen udstyret med to store, meget kompliceret opbyggede sanseorganer.

Øjnene
Der ligger godt beskyttet i de to øjenhuler i kraniet.

Yderligere beskyttelse af de to øjeæbler finder sted ved hjælp af øjenlågene. Disse indeholder en ringformet snøremuskel, der ved deres sammentrækning kan lukke øvre og nedre øjenlåg sammen foran selve øjeæblet, hvorved den meget vigtige og følsomme hornhinde beskyttes. Øjenlågenes lukkemekanisme kan udløses ved selv den letteste berøring af øjenvipperne, idet disse hårs rodskede er rigt forsynet med nervetråde.
Øjenlågenes lukkemekanisme i form af den såkaldte blinkrefleks sikrer samtidig, at den vigtige hornhinde holdes fugtig af tårevæsken, der dannes af en særlig kirtel.

Tårekirtlen
Hvoraf der findes en i hver øjenhule.

Selve øjeæblet er et næsten kuglerundt organ, hvor den forreste ca. 1/6 af kuglen buler lidt frem i forhold til resten af øjeæblet og danner den vigtige hornhinde.

Hornhinden er den eneste del af øjeæblets væg, der er gennemtrængelig for lysimpulser fra individets omgivelser. Resten af øjeæblets ydervæg udgøres af den hvide, seneagtige hinde, der benævnes senehinden. Umiddelbart inden for denne findes en meget fin hinde

Årehinden
Der har fået dette navn, fordi den indeholder alle de mange blodkar, der befordrer tilløb og afløb af det blod, der ernærer øjeæblets forskellige strukturer, bortset fra det meste af nethinden, der har sin egen blodforsyning.

Foruden blodkar indeholder årehinden bl.a. talrige celler med et stort indhold af mørke farvekorn (pigmenter). Disse farvekorn bremser yderligere for lysindtrængen gennem senehinden.

Da hornhinden således er det eneste lysgennemtrængelige sted på øjeæblets overflade, er det vigtigt, at de to øjeæbler er samtidig drejelige i forhold til resten af

hovedet. Herved sikres, at man kan rette de to øjeæbler mod de steder i ens omgivelser, som man ønsker at se skarpt og at man under læsning kan rette øjnene mod nye bogstaver og ord. Herved tilgodeses linielæsning linieskift, uden at man behøver at bevæge hele hovedet. Til at varetage disse øjenbevægelser er hvert øjenæble forsynet med seks muskler (fire ligeforløbende og to, skråtforløbende), der er beliggende i øjenhulerne. Disse musklers sener tager tilhæftning på øjeæblets senehinde. Udover hornhinden er øjet ydermere i sit indre udstyret med andre lysgennemskinnelige og lysbrydende strukturer. Det drejer sig om henholdsvis vandvædsken, linsen og laslegemet. Nævnt i rækkefølge forfra bagtil i øjet.

Af disse tre er linsen langt den vigtigste, idet den kan ændre form, således at den kan veksle mellem næsten kugleform og en mere fladtrykt form. Denne evne beror på, at linsen er blød og meget elastisk og at øjet i sit indre er forsynet med en særlig muskel, der kan udløse denne formændring.

Musklen arbejder via et system af talrige, fine tråde, der er tilhæftet en uhyre tynd linsekapsel, der omgiver selve linsen. Ved at veksle mellem sammentrækning og afslapning bevirker den pågældende muskel de nævnte ændringer i linsens krumning.

Herved bliver linsen i stand til at bøje de indfaldne lysstråler, så billedet af den genstand, man ønsker at se, netop falder på den del af nethinden, man kalder den gule plet og hvortil skarpsynet er knyttet.

Vandvædsken samt den store vædskemængde, der er bundet i det såkaldte glaslegeme og som bevirker, at dette legeme har en gel` eller- eller vandmandslignende konsistens, har desuden også en stor betydning for, at øjeæblet kan beholde sin kuglerunde form.
Vandvædsken bevirker således, at der opstår et vist indre tryk i øjeæblet.
Dette tryk opretholdes ved, at der til stadighed består en afbalancering mellem en produktion af vandvæske (også kaldet kammer væske) inde i selve øjeæblet og et tilsvarende afløb af vandvædske til blodårer uden for selve øjeæblet via nogle meget fine afløbskanaler.

Øjet er desuden forsynet med en blænde (iris), der er placeret foran linsen og som på sin midte har et rundt hul (pupillen). Pupillen kan udvides eller sammentrækkes ved hjælp af nogle særlige muskler, der ligger placeret i blændens væv. På denne måde

kan øjet regulere mængden af det lys, der fra omgivelserne trænger ind i øjet gennem hornhinden.
Blænden indeholder foruden blodkar også nogle særlige celler, der er mere eller mindre udfyldt af et brunt farvestof.

Farvestoffet kaldes melanin og er af samme slags som det, der dannes i vores hud ved solbrændthed. Farvestoffet i blænden skal sørge for at opsuge alle lysstråler fra vore omgivelser undtagen de, der skal passere gennem pupillen. Det er for øvrigt disse farvekorn i blænden, der betinger, at et menneske har blå øjne (kun lidt farvestof eller pigment) eller mørke, brune øjne (meget pigment). Øjets vigtigste bestanddel er dog nethinden (retina).

Set gennem et mikroskop har nethinden en uhyre indviklet struktur, som det vil føre alt for vidt at redegøre for her i denne sammenhæng. Den indviklede struktur skyldes ikke mindst, at nethinden i virkeligheden dannes hos fosteret som en fremadvoksende del af selve hjerneanlægget. Flere forskellige celletyper indgår i nethindens struktur, men her skal vi nøjes med at omtale de to forskellige og meget specielle sanseceller.

Henholdsvis stavene og tappene
Hvis opgave er at reagere på det indfaldne lys og omdanne denne impuls til en Erva impuls, der kan ledes ind til hjernens specielle synscenter.

Stavene, der er langt de talrigeste (110-130 millioner), findes overalt i nethinden undtagen i bunden af den gule plet, der som nævnt er det nethindeområde, der varetager karpsynet.
Stavenes funktion er at varetage syn i svagt lys (det man kalder natsynet), idet de er langt mere følsomme for lys end tappene.

Kommer man fra et oplyst til et mørkt værelse, må stavene dog have et øjeblik for at komme op på deres fulde aktivitet, der opnås efter 20 minutters ophold i det mørke værelse. Det er den tid, vi kalder ”at vænne sig til mørket".

I dag har man et ret nøje kendskab til såvel stavenes som tappenes temmelig komplicerede struktur, ligesom man kender en hel del til de kemiske reaktioner, der sker inde i dem, men skønt uhyre spændende skal disse emner dog forbigås i denne sammenhæng.

Tappenes antal er i alt kun 7-8 millioner. Også de findes spredt i hele nethindeområdet, men deres antal stiger, efterhånden som vi nærmer os den ovennævnte gule plet. Denne danner en lille, fin grube i hvis bund, man udelukkende finder tappe.

Det er tappene, der varetager skarpsynet, idet de bedst fungerer ved god belysning. Det vi kalder dagsyn.

God belysning er også en betingelse for at kunne erkende farver. Det er derfor naturligt, at tappene tillige varetager farvesyn. For både stave og tappe gælder det, at grundlaget for deres evne til at kunne reagere på lysimpulser skyldes deres indhold af såkaldte synspigmenter, der er nogle særlige, lysfølsomme farvestoffer. Disse farvemolekyler er forskellige i henholdsvis stave og tappe. Hertil kommer, at de (i alt tre forskellige),
Der findes i tapcellerne, er specielt følsomme for lys af en bestemt farve ” henholdsvis blåt, grønt og rødt”, og det er yderligere sådan, at hver enkelt tap kun er følsom for en af de tre farver.

Den omtalte gule plet i nethinden har kun en diameter på 3 mm og dens bund, den såkaldte centralgrube (fo1), hvor skarpsynet findes, måler kun 1,5 mm i diameter.

De forskellige og utallige nerveceller i nethinden har til formål at videreføre de nerveimpulser, som lysimpulserne er omsat til i stavene og tappene. Nogle af nervecellerne har en impulshæmmende funktion, der har til opgave at stimulere stavene og tappene på en sådan måde, at disses skelneevne ”med et flottere ord diskrimination”
Skærpes, andre nerveceller har til opgave at samle nerveimpulserne for at videreføre dem til hjernens to synscentre, hvor de derpå forarbejdes til et synsindtryk.
Disse nerveceller er forsynet med lange udløbere, der fra alle dele af nethinden løber ligesom et telefonnet hen mod det sted i nethinden, der kaldes den blinde plet (diameter ca. 1,8 mm). Denne plet markerer det sted, hvor den tykke synsnerve forlader selve øjeæblet.

Benævnelsen blind plet skyldes, at nethinden her hverken indeholder stavceller eller tapceller.

Det videre forløb af den samlede synsbane kræver imidlertid en omtale af det organ, der benævnes hjernen, der derfor i det følgende i store træk vil blive beskrevet med hensyn til udseende og struktur.

Menneskets hjerne.
Det er den enorme hjerneudvikling, der er årsagen til, at mennesket må betegnes som den mest succesrige af alle dyrearter. Denne udvikling har ført til, at hver af os går rundt med et organ, der får selv den mest avancerede computer til at ligne et stykke groft hjemmesløjd. Men selv om vores viden om dette organs struktur og funktion er ganske betragtelig, er der dog lang vej endnu, inden vi fuldt ud kan forstå virkningsmekanismen bag hjernens fantastiske formåen. Tænker vi os nu, at vi tager hjernen ud af den beskyttende hjernekasse og ser ned på den fra oven, kan den godt minde lidt om en valnøddekerne i kæmpeformat. Den vejer næsten 1,5 kg og er i lighed med alle vore andre organer opbygget af specielle celler - her dels de egentlige nerveceller dels de såkaldte støtteceller, hvis opgave nærmest er at holde sammen på hele hjerneorganet, så det kan fungere som en samlet enhed. Ligesom valnøddekernen er den af en dyb fure delvis opdelt i to hjernehalvdele - de såkaldte hjernehemisfærer (hemisfære lig med halvkugle)
- henholdsvis en højre og en venstre.

De to hjernehalvdele holdes sammen af et forfra-bagtil langstrakt, tykt bundt af hvide nervefibre. Dette bundt kaldes hjernebjælken og dens nervefibre (omkring 50 millioner)
Sørger for, at impulserne fra den venstre hjernehalvdel kan sendes over til den højre eller omvendt.

Ligesom valnøddekernen er de to hjernehalvdele rynkede på deres overflade, men rynkerne på hjernen er langt mere udtalte. Disse rynker kaldes hjernevindinger og de er indbyrdes adskilte af mere eller mindre dybe hjernefurer. Hjernevindingerne og hjernefurerne betyder, at hjernen får en kolossal stor overflade og det er da også betegnende, at menneskehjernen er meget mere rynket end andre dyrearters.

Betragter vi hjernen fra enten venstre eller højre side, vil vi opdage, at hver af de to hjernehalvdele ikke danner en regelmæssig halvkugle. Hver hjernehalvdel danner derimod nærmest en stor fiskekrogsagtig krumning, hvor "krogens" ombøjningssted vender bagud. Herved bliver hjernens to halvdele hver især opdelt i fire lapper.

Fortil (svarer til det sted på fiskekrogen, hvor fiskelinen er fastgjort) har vi pandelappen, der i hjernekassen er placeret lige over øjenhulen. Længere tilbage følger derpå isselappen og svarende til "krogens" ombøjning - altså helt bagtil på de to hjernehalvdele -har vi nakkelappen, hvorimod selve "krogen" med dens spids og

modhage svarer til hjernens tindingelap. Groft taget kan man sige, at pandelappen beskæftiger sig med intellektuelle aktiviteter.

I de senere år er der blevet luftet fra forskellig side, at de to hjernehalvdele skulle være forskellige med henblik på intellektuel aktivitet på en sådan måde, at den venstre hjernehalvdel var den mere "videnskabelige", mens den højre var den "kunstneriske".
Denne antagelse synes dog at mangle den endelige bevisførelse. Isselappen derimod tager sig af de indkommende impulser for berøring, Tryk, smerte osv. Samtidig med, at den også indeholder de såkaldte motoriske centre, der styrer vore muskler - herunder også talemuskler (for de rethåndede gælder dog, at centret for tale kun findes på venstre hjernehalvdel og omvendt for de kejthåndede).

Nakkelappen rummer synscentret, hvorimod tindingelappen har at gøre med hukommelse, hørelse samt sprog (det sidste dog kun i venstre hjernehalvdel). Tilsammen udgør de to hjernehalvdele det, vi kalder for storhjernen.

Fra omkring storhjernens underflade afgår den såkaldte hjernestamme, der efterhånden tilspidses i sit forløb nedad mod kraniets store nakkehul, hvorigennem den passerer for at fortsætte i den lange, lillefingertykke rygmarv. Den ligger placeret i rygmarvskanalen godt beskyttet af rygradens hvirvelknogler.

Midt på storhjernens underste flade og lige foran afgangen af hjernestammen ses et lille, ærtstort organ tilhæftet. Det drejer sig om den såkaldte hypofyse, der producerer en lang serie af vigtige hormoner bl.a. de overordnede kønshormoner, væksthormonet samt et pigmentregulerende hormon foruden de, der regulerer funktionen af andre hormondannende kirtler i organismen.

Ophængt til hjernestammens bagside og placeret under storhjernens nakkelapper træffer vi den kraftigt riflede lillehjerne, der bl.a. er beskæftiget med ligevægtsimpulser og vor oprejste stilling og gang. Lægger vi nu et snit på tværs gennem storhjernen, vil vi opdage, at den yderste bremme har en grålig farve, mens det indre af storhjernen i det store og hele har en hvidlig farve. Den grålige, udvendige bremme kaldes hjernebarken og dens tykkelse varierer en del (fra 1,25 mm i synscentret til 3-4 mm i det motoriske center).
Det er i hjernebarken man træffer langt de fleste af hjernens nerveceller, hvoraf der findes omkring 1.000.000.000.000.

Dette er et ufatteligt stort tal, men man kan måske forenkle det ved at sige, at hvis man ved en sammentælling afsatte et sekund til hver nervecelle, så ville sammentællingen tage 30.000 år.

Til dette enorme celletal føjer sig yderligere den kendsgerning, at cellerne findes i forskellige typer, der varetager forskellige funktioner. Ved hjælp af lange celleudløbere står de yderligere i kontakt med hinanden. En enkelt nervecelle kan således stå i kontakt med op til 1.000 andre nerveceller.

Sådanne kontaktsteder mellem nerveceller har en særlig udformning og kaldes for en synapse. I synapsen frigør den elektriske nerveimpuls et særligt kemisk stof - en såkaldt transmitter - der så overfører den pågældende nerveimpuls fra den ene nervecelle til den anden. På grund af alle de nævnte forhold kommer hjernebarken derfor nærmest til at ligne et fantastisk indviklet telefonnet og for at skabe en vis orden i dette, finder man også, at hjernebarkens celler ligger anordnet i op til seks lagserier. Da nervecellerne har et meget højt stofskifte, der kræver en stor tilførsel af ilt og druesukker (glukose), er det nødvendigt, at hjernen er udstyret med en mængde fine blodkar, der som et netværk kan sikre en stor blodtilførsel og hjernevævet tåler kun en overordentlig kort afbrydelse af blodtilførsel. Som i alle andre levende celler er der en mangfoldighed af kemiske processer, der ligger til grund for funktionen af hjernens nerveceller.

Man kan derfor godt sige, at der er belæg for et af nutidens lidt floskelprægede udtryk, at der må være "fælles kemi", hvis to mennesker skal sympatisere med hinanden. Den indre hvidligt farvede del af storhjernen kaldes hjernemarven. Den består først og fremmest af nervetråde, der i virkeligheden er lange udløbere fra nervecellerne.

Den hvide farve skyldes, at disse nervecelleudløbere er omgivet af nogle specielt fedtholdige skeder, der kaldes myelinskeder. Forholdet kan minde lidt om elektriske ledninger, der er omgivet af isoleringsmateriale. De fedtholdige skeder har betydning for impulsledningen i nervetrådene og som almen regel kan anføres, at jo tykkere skede des hurtigere impulsledning.

Nogle af disse nervetråde fører impulser fra hjernebarken til lavere beliggende nerveceller i hjernestammen, lillehjernen eller rygmarven, medens andre nerveceller omvendt fører impulser fra de nævnte steder op til selve hjernebarken. Atter andre nervetråde fører impulser - som tidligere omtalt - fra hjernebarken i den ene

hjernehalvdel til hjernebarken i den anden og desuden findes der nervetråde, der forbinder et område af hjernebarken i en hjernehalvdel med et andet hjernebarkområde i samme hjernehalvdel.

Begravet mere eller mindre dybt i den hvide hjernemarv træffer man større eller mindre klumper af den grå hjernemasse. Disse klumper består af tæt liggende nerveceller, der ofte tjener som indskudte relæstationer i de nervebaner, der fører til og fra selve storhjernen.
Her omkobles impulserne via synapser fra en nervecelle til en anden. Et af disse knudepunkter og udfletningssted for nervetråde findes placeret næsten midt i storhjernen.
Det drejer sig om to (en i hver hjernehalvdel) ægformede, grå nervecelleansamlinger, der ikke på dansk har fået noget navn, men som betegnes thalamus (betyder lønkammer).

De ligger meget tæt ved siden af hinanden kun adskilt af et af de væskefyldte hulrum, hvoraf der findes tre i selve storhjernen.

Når disse strukturer omtales her, skyldes det, at her omkobles de nervebaner, der bl.a. fører tryk- og berøringsimpulserne op til hjernebarken i isselappen.

To tilsvarende, men meget mindre omkoblingssteder findes på henholdsvis højre og venstre side af hjernestammens afgangssted på hjernens underside. De er indskudt i synsbanerne på disses vej bagud til hjernens to nakkelapper, hvor de to synscentre findes.

Ligesom storhjernen er også lillehjernen opbygget af en udvendig grålig barksubstans og en indre, hvidlig marvsubstans. Derimod viser selve hjernestammen og dens fortsættelse
- rygmarven - det omvendte forhold. Her er den hvide substans, der indeholder de op- eller nedadstigende nervebaner til og fra hjernen (bl.a. baner der fører følesansimpulser),
placeret yderst, medens den grålige substans, der indeholder nervecellerne, er placeret som større eller mindre ansamlinger i det indre. Herved skulle vi nu være i stand til at fortsætte den afbrudte redegørelse for synsbanernes videre forløb.

Synsbanerne fortsat.
Som tidligere omtalt forlod de to tykke synsnerver de to øjeæbler ved disses bageste pol ud for det sted, hvor de to nethinder havde deres blinde plet.
Synsnerverne forløber nu bagud i øjenhulerne og gennem et hul i den bageste del af disse, træder de nu ind i selve hjernekassens indre, idet de to nerver mere og mere nærmer sig hinanden.

Når de når op til storhjernens underflade, har de samtidig også nået hinanden og er nu i stand til at danne den såkaldte synsbanekrydsning. Denne krydsning består i, at lidt over halvdelen af hver synsnerves nervetråde krydser midterlinien og løber over på den anden side, hvor de dernæst forenes med de to synsnervers resterende nervetråde, der ikke har foretaget nogen krydsning, men fortsat deres forløb bagud. Denne delvise krydsning af synsbanerne er vigtig, for på denne måde sikres, at alle synsimpulser fra venstre synsfelt
(Den del af synsfeltet, der ligger til venstre for ens næsetip) kan blive ført til højre hjernehalvdels synscenter og omvendt for højre synsfelts vedkommende.

Efter synsbanekrydsningen fortsætter hver af de to synsbaner nu bagud langs hjernens underflade og bliver dernæst omkoblet til nervecellerne i de to, små, knudeformede, grå hjernemasser, der som tidligere nævnt var beliggende på henholdsvis højre og venstre side af hjernestammens afgang fra hjernens underside.

Fra disse ansamlinger af nerveceller fortsætter de to synsbaner bagud i storhjernens hvide marvsubstans for at ankomme til de to synscentre i hjernens nakkelapper (altså helt bagtil på hjernen). I disse synscentre og i den nærmest tilgrænsende del af hjernebarken bearbejdes nu de indkomne synsimpulser, så de fremtræder som et samlet synsindtryk af den eller de betragtede genstande.

Som nævnt beror denne bearbejdelse på en kemisk aktivitet i nervecellerne i de pågældende hjernebarkområder. Men ikke nok hermed. De bearbejdede synsindtryk kan også via andre nervebaner sendes til opmagasinering i de hjerneområder, der fungerer som center for hukommelse og hvorfra de kan genkaldes, når behovet herfor indtræffer.

Ligeledes kan synscentrene via andre nervebaner sende besked til de hjernebarkområder, der styrer muskelbevægelser.

Nervecellerne i disse områder vil dernæst sende impulserne ned til hjernestammen. Her findes bl.a. de nerveceller, der sender nervetråde ud til de muskler, som bevæger

de to øjeæbler. Hermed bliver vi i stand til at indstille de to øjne mod de ting i synsfeltet, som vi ønsker at studere nøjere, hvad enten disse bevæger sig eller ikke.

Sluttelig skal nævnes, at der fra synscentrene og disses nærmeste omgivelser kan sendes nerveimpulser til sprog- og talecentrene i hjernebarken. Herfra kan nerveceller sende impulser videre til de nerveceller i hjernestammen, som sender nervetråde med motoriske impulser til henholdsvis strubens, tungens og læbernes muskler. Herved sættes vi i stand til at fortælle, hvad vi ser f.eks. i forbindelse med højtlæsning.

Følesansen.
Til at varetage følesansen - også kaldet den taktile sans - er den menneskelige organisme derimod ikke udstyret med et så utroligt specialiseret og kompliceret sanseorgan, som det med øjet er tilfældet for synssansens vedkommende.

I stedet ser man, at følesansen er henlagt til det store, udbredte organ, vi kalder huden og som har mange andre vigtige funktioner at tage vare på bl.a. beskyttelse af vort legeme mod mekaniske og kemiske ydre påvirkninger samt temperaturregulering, beskyttelse mod solens ultraviolette stråler, smertesans, funktion som fedtdepot osv. Hvis vi derfor ønsker at forstå, hvoraf huden tillige bærer sig ad med også at kunne modtage berørings- og trykimpulser, bliver det nødvendigt først at indskyde et lille afsnit, der i store træk redegør for hudens finere struktur.

Hudens finere struktur.
Selv om huden på de forskellige legemsdele kan udvise en vis variation med hensyn til tykkelse, hårbevoksning, svedproduktion, pigmentholdighed osv., eksisterer der dog en vis generel ensartethed i dens struktur, som det fremgår af en mikroskopisk undersøgelse.

Huden består af to forskelligt opbyggede lag, hvoraf det overfladiske lag benævnes overhudslaget, medens det underste lag kaldes læderhuden på grund af, at det er dette lag fra visse dyr, man anvender til læderfremstilling gennem en særlig garvningsproces.
I dybden går læderhudslaget næsten umærkeligt over i den såkaldte underhud, der kan være mere eller mindre fedtholdig, hvilket skyldes ansamlinger af nogle specielle fedtholdige celler - de såkaldte fedtceller.

Hudens tykkelse på de forskellige legemspartier veksler mellem 1 og 4 mm (tykkest på håndflader og fodsåler). Generelt er selve huden tykkere hos mænd, medens underhuden generelt er tykkere hos kvinder, hvilket er årsag til kvindens blødere, afrundede former.

Af hudens to lag er læderhuden tykkere end overhudslaget. Hudens tykkelse afhænger desuden af vedkommendes arbejde, idet man kan se, at huden specielt overhudslaget øges ved hårdt arbejde, som det er tilfældet på håndfladerne og fingrene f.eks. hos grovsmede. I et snitpræparat lagt vinkelret gennem huden vil

overhudslaget ved en mikroskopisk undersøgelse vise sig at bestå af mange lag af meget tætliggende celler.

De yderste lags celler er døde og forhorede og udgør det såkaldte hornlag.
Det er dette hornlag, der er særlig tykt på henholdsvis fodsåler, håndflader, tå- og fingerspidserne, ligesom det specielt er dette lag, der fortykkes ved hårdt legemligt arbejde. Nedenunder dette hornlag viser overhudens celler meget stor aktivitet med hensyn til celledeling.
Ved at celler kan dele sig til to nye celler, kan dette lag af huden holde trit med den stadige vandring af celler, der sker op imod det overfladiske hornlag.

Under denne stadige udvandring forhorner cellerne gradvist og på denne måde sker der til stadighed fornyelse af hornlaget, hvis overfladiske celler uundgåeligt afstødes under arbejde, vask eller anden mekanisk påvirkning. Fornyelsen af hornlaget tager 3-4 uger, idet nydannelse og afstødning af celler hele tiden holder trit med hinanden den underste del af overhudslaget træffer man de stjerneformede celler, der danner det brune pigment
(melanin), der er årsagen til, at vi ved solbestråling bliver brune.

Grænsen mellem overhudslaget og læderhudslaget er ikke ligeforløbende, men danner en mere eller mindre stærkt bølget flade.

Set nede fra kommer denne grænsezone til at minde om et landskab med voldagtige bjergkæder og mellemliggende dale, idet overhudslaget sender kamformede forlængelser
(Svarende til "bjerge") ned i læderhuden.

Læderhudslaget er bygget af den type væv, man kalder bindevæv. Dens væsentligste elementer er foruden spredte celler nogle særlige bindevævstrådtyper, der varetager hudens fasthed og elasticitet, idet trådene er vævet ind i hinanden i et mere eller mindre fast netværk.

Underhuden er en særlig bindevævstype, der som nævnt først og fremmest er kendetegnet ved store ansamlinger af fedtceller. Grænsen mellem læderhuden og underhuden kan være ret uskarp. Andre steder ser man, at læderhudens tykke trådbundter erstatter underhudsfedtet, idet disse tråde fastbinder huden stramt til f.eks. underliggende knoglepartier, således at huden ikke kan forskydes meget i forhold til knoglen. Et sådant arrangement finder man netop ved fingrenes yderste

ende den såkaldte fingerblomme, hvorved der dannes et fast grundlag for de søgende og følende fingre. Også den stive negleplade bidrager til denne afstivning.

Hudoverfladen holdes til stadighed fugtet ved hjælp af sved, der dannes i nogle stærkt snoede, rørformede kirtler svedkirtler som ligger placeret dybt i læderhudslaget. Svedkirtlernes lange udførselsgange passerer op gennem overhudslaget for at ende i små åbninger på hudens overflade huden **(**dog ikke overhudslaget) er forsynet med talrige blodkar, der foruden at bringe næringsstoffer til hudens forskellige strukturer også spiller en meget afgørende rolle for legemets varmeregulation. Den regulation fremtræder tydeligt i de tidligere omtalte fingerblommer samt under neglene.

Her træffer man foruden de sædvanlige hårkar, der forbinder pulsårer med blodårer, også nogle særlige direkte forbindelser indskudt mellem de små pulsårer og de små blodårer
(Vener) i form af nogle meget små organer, der indeholder stærkt snoede småkar samt nerver. For at kunne reagere på forskellige berørings- og trykimpulser (såkaldte taktile impulser) er huden udstyret med specielle nerveendeorganer, der ligger placeret i forskellig dybde i huden. Det drejer sig om tre forskellige typer af endeorganer, der i daglig tale kaldes følelegemer. De har hver deres specielle struktur og beliggenhed i huden.
Den mest overfladisk placerede type træffes allerede i overhudslagets dybere afsnit og det er samtidig denne type, der udviser den mest enkle struktur. Det enkelte følelegeme eller nerveendeorgan omfatter nemlig her kun en enkelt, specielt udformet celle, der danner en tæt kontakt med en tynd nervetråd. Man kalder det for det merkelske følelegeme, idet det er opkaldt efter den forsker, der først påviste det. Man regner med, at organet registrerer overordentlig let berøring.

Den anden type af følelegemer træffes på overgangen mellem overhudslag og læderhudslag, idet de er placeret imellem de kamme af celler, som overhudslaget ligesom presser ned i læderhuden. De er ret talrige på fingre og tæer samt i håndflader og på fodsåler. Hvert enkelt følelegeme består af en lille stabel af en specielt udformet celletype

-- arrangementet kan næsten minde om en mikroskopisk tallerkenstabel --

Samt en nervetråd, der bugter sig ud og ind og tæt på stablens celler. Det hele holdes sammen af en fin kappe af elastiske bindevævstråde. Man regner med, at dette føle

legeme registrerer lidt kraftigere berøring samt let tryk. Også dette følelegeme er opkaldt efter opdageren og hedder det meissnerske følelegeme.

Den tredje type er dybt placeret i huden, idet man træffer dem på grænsen mellem læderhud og underhud. Det er samtidig det største af de tre følelegemer, idet det måler 1-4 mm i længde og er således den eneste type, der kan ses uden hjælp af mikroskop.

Af form er det elliptisk og gennem et mikroskop vil et tværsnit vise, at det består af en midtstillet nervetråd, der er omgivet af flere halvcylindriske lag af en speciel celletype.
Uden på disse lag findes yderligere flere lag af koncentrisk anordnede bindevævstråde.
Hele arrangementet kommer således til at minde om et overskåret løg med de mange koncentriske løgringe. Dette følelegeme er opkaldt efter dets to opdagere og hedder det vaterpaciniske følelegeme (udtales fater-patsini). Man mener, at det registrerer tryk og vibrationer. Med denne viden kan vi nu drage følgende vigtige konklusioner:

- At det er vigtigt, at man føler med et bestemt parti af fingrene
- At det er vigtigt, at man ikke trykker for hårdt mod papirets punkter, idet man da får udløst trykimpulser i stedet for de fine berøringsimpulser, der er af afgørende betydning for punktskriftlæsning.

Følelegemernes specielle placering i huden bevirker, at man kun kan føle punkterne som værende adskilte, hvis afstanden mellem punkttoppene er 2 mm. Dette betyder, at afstanden mellem de enkelte punkter i selve punkttegnet må ligge over 2 mm, hvilket igen sætter en nedre grænse for selve punkttegnets størrelse.

Følesansens impulsledning.
Selv om man ikke i detaljer ved, hvoraf de tre følelegemetyper rent faktisk funktionerer, så omsætter de i hvert fald den registrerede føleimpuls til en nerveimpuls, der så videreføres af de nervetråde, der her har kontakt med selve følelegemerne.

Nervetrådene samler sig til tykkere nerver, der fra hudområderne løber ind til rygmarven for at blive omkoblet i nogle af dennes nerveceller. Disse celler, der er forsynet med lange nervetrådsudløbere, videresender der på impulserne op gennem rygmarven, idet de dog først foretager en krydsning tværs over rygmarvens midterlinie, så tråde fra venstre legemsside krydser over i rygmarvens højre side og omvendt for højre sides tråde.
Efter at have passeret gennem rygmarven og den efterfølgende hjernestamme er føleimpulserne nu nået op til selve storhjernen.

Her foregår påny en omkobling af følenervebanerne. Denne omkobling finder sted til cellerne i de to store knudepunkter af grå hjernemasse i hjernens indre, som vi under omtalen af hjernens struktur benævnte thalamus.

Fra thalamus, der må betegnes som et stort udfletningssted for nervebaner, vil nogle af knudepunktets celler sluttelig sende føleimpulserne videre til hjernebarken i et bestemt område af de to hjernehalvdeles isselapper, du.ved.som. næsten midt på storhjernens sideflader. I dette følecenter bearbejdes impulserne til et samlet føleindtryk. Ligesom det var tilfældet for synssansens vedkommende, kan disse føleindtryk også sendes til opbevaring i hjerneområder, der fungerer som center for hukommelse og herfra kan de atter genkaldes, hvis behov herfor skulle indtræffe, dog naturligvis afhængig af, om de registreres som henholdsvis korttids- eller langtidshukommelse.

I lighed med synsindtryk kan føleindtryk også videresendes til de hjernebarkområder, der styrer muskelbevægelser. For synssansens vedkommende betød det, som tidligere nævnt, at man fik aktiveret de muskler, der havde med de to øjenæblers bevægelse at gøre.

For følesansens vedkommende drejer det sig derimod om motoriske nerveimpulser, der fra de motoriske hjernebarkområder i isselapperne sendes helt ned til rygmarven, idet de dog i overvejende grad krydser over på modsat side i den nederste ende af hjernestammen. Ankommet til rygmarven omkobles impulserne via synapser til nogle

af rygmarvens nerveceller, der sender nervetråde fra rygmarven ud til de muskler, der f.eks. styrer armens, håndens og fingrenes bevægelser. Derved sættes vi i stand til at flytte fingrene fra punkttegn til punkttegn samt flytte fra en punktskriftlinie til den efterfølgende op.som.ved. Også i lighed med synsindtryk kan føleindtryk via nerveimpulser til sprog- og talecentrene i hjernebarken sættes i forbindelse med de nerveceller i hjernestammen, som sender nervetråde ud til strubens, tungens og læbernes muskler.

Herved bliver det muligt at fortælle om de føleimpulser, fingrene registrerer f.eks. i forbindelse med højtlæsning af punktskrift.

Sammenfattende betragtning.
Af det ovennævnte fremgår, at der for selve hjerneaktivitetens vedkommende i de store linier ikke er nogen principiel forskel på den måde, hvorpå henholdsvis indkomne synsimpulser og føleimpulser bearbejdes. Den direkte forskel ligger først og fremmest i selve sanseorganernes struktur, idet det er denne, der kommer til at bestemme, hvad det er for impulser, der fra vore omgivelser kan sendes til videre forarbejdning i hjernen, idet de følger nervebaner, der er fastlagt for hver af de enkelte sanseområder. Der eksisterer dog andre vigtige forskelle mellem det at se kontra det at føle. Således ligger øjet godt beskyttet, dels af øjenhulens knoglevæv, dels af øjenlågene, hvorimod følesansens følelegemer ligger relativt overfladisk i huden, hvor de nemt kan blive udsat for læsioner.
For punktlæsere er det derfor vigtigt, at man så vidt det lader sig gøre, prøver på at beskytte sine "læsefingre" mod skadelige påvirkninger, hvilket ikke mindst må ses i lyset af, at huden foruden selve berørings- og tryksansen også har smertesansningen at gøre.

De nerver, der registrerer smerte, forgrener sig meget overfladisk i overhudslaget og er ikke udstyret med noget særligt nerveendeorgan eller følelegeme, som det er tilfældet med tryk- og berøringssansningen.

Hudlæsioner kan afstedkomme så kraftige smertereaktioner, at disse fuldstændigt "overdøver" de andre sanseimpulsers registrering i det pågældende område.

For øjets vedkommende var det en stor fordel, at den vigtige hornhinde bestandig blev holdt fugtet af tårevæsken, hvorimod en kraftig svedafgift til hudoverfladen må betragtes som en betydelig ulempe ved føling, idet det kan bevirke, at "læsefingrene"

klæber til punktpapiret. På den anden side medvirker hudens svedkirtler sammen med hudens blodkar i legemets temperaturregulering. Det er derfor også vigtigt, at man sørger for at holde sine hænder og fingre så tilpas opvarmede under punktskriftlæsning, at man undgår forøget svedproduktion samtidig med, at man undgår kølige fingre, idet dette betyder en nedsættelse af fingrenes følsomhed for berøring og tryk.

Fælles for alle former for sansning gælder, at udbyttet stiger enormt, jo mere man medinddrager sin storhjerne. Det, der her sigtes til, er naturligvis koncentrationen.

Opøvelse i koncentration er derfor et uhyre væsentligt element i forbindelse med undervisning i punktskrift især for den meget eftertragtede læsehastigheds vedkommende.
Som det fremgår af foranstående biologiske betragtninger er den menneskelige organisme i betydeligt omfang i stand til at erstatte den synsbetingede sortskriftlæsning og -skrivning med en tilsvarende aktivitet baseret på følesans (taktil sans) og med anvendelse af punktskrift. Denne kendsgerning understreger yderligere punktskriftsystemets genialitet.