

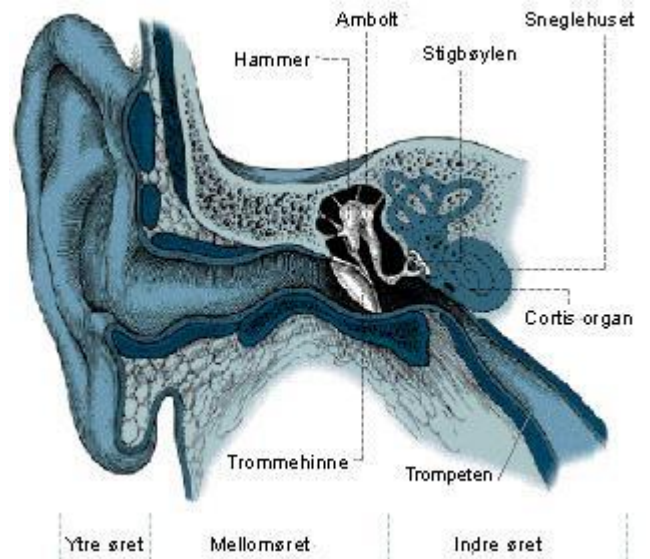
Hvad er lyd?

Lyd er trykbølger, eller små vibrationer, som bevæger sig gennem luften. Lyd kan også gå gennem vand, sten, metal og andre materialer. Lyd kan ikke gå gennem vakuum fordi, i vakuum, er der ingen molekyler som kan vibrerer og fører lydbølgerne videre. Alle bølger har tre grundlæggende egenskaber som vi kalder for frekvens, amplitude og fase. Nogen steder kan det opstå resonans som forstærker lyden. Lydstyrke måles i decibel.

Sådan virker øret

På figuren til højre kan du se en illustration over øret. Åbningen som leder lyden ind i øret, hedder øregangen. Øregangen er formet som en tragt, den er smallere inderst end yderst. Det gør at øret fanger lyden på den bedst mulige måde. Øregangen leder lyden til trommehinden. Trommehinden er vældig tynd. Når lydbølgerne træffer trommehinden, begynder den at vibrere i takt med lyden. Disse vibrationer forplanter sig videre til hammeren, ambolten og stigsøjlen, som er tre små knogler. Her forstærkes svingningerne op til 30 gange og sender dem videre ind i sneglen. Heldigvis er det ikke alle lyder som bliver forstærkede i øret. Kraftige lyder bliver dæmpede i stedet, sådan at lyden ikke ødelægger det indre øre.

Nederst til højre på figuren herover kan du se et rør som går nedover mod svælget, bag i halsen. Dette rør hedder trompeten. Hvis du har været ude og flyve, så har du sikkert kunne mærke at der opbygges et tryk inde i øret efterhånden som flyet stiger? Trykket forsvinder hvis du holder tygger. Så udlignes trykket på indersiden og ydersiden af trommehinden.

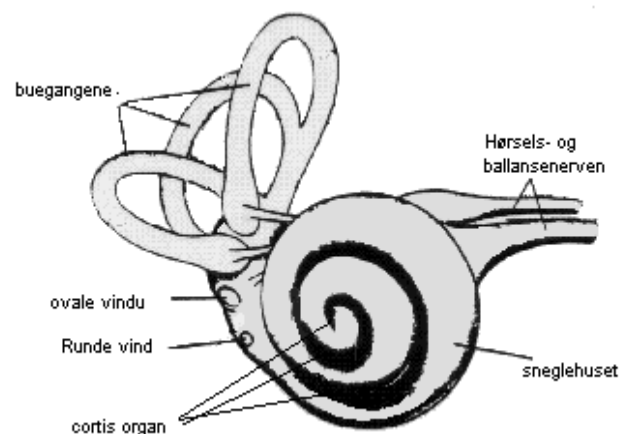


Det indre øret

I sneglen overføres lydbølgerne til nerveimpulser som sendes til hjernen. Langs indervæggen i sneglen ligger Cortis organ. Her findes der mange små fimrehår. Sneglen er fyldt med væske. Når lydbølgerne får væsken til at bevæge sig, vil fimrehårene også bevæge sig. Denne bevægelse registreres af nerveceller, som sender signalet til hjernen om hvad slags lyd du har hørt.

Balanceorganet

Illustrationen til højre viser det indre øre. Øverst på figuren kan du se buegangene. Det er vores balanceorgan. Kan du se at de tre buegangene peger i hver sin rumlige retning? Den ene registrerer "op-ned-bevægelse", den anden "venstre-højre-bevægelse" og den tredje "fremover-bagover-bevægelse". Inde i buegangene er det en tyktflydende væske og mange små fimrehår som registrer bevægelsen i væsken. Bevægelsen fra fimrehårene registreres af nerveceller, som sender informationen til hjernen. Sådan får hjernen hurtigt besked om at du er ved at falde.





Hvad er smag?

Vores smagssans kan beskrives som evnen til at opdage og genkende forskellige typer molekyler i vandopløsning.

Når du smager på noget, kan det være smart at skubbe det du smager på lidt, rundt i munden med tungen. Så vil smagsstofferne finde frem til flere af dine smagsløgene, sådan at du bedre kan smage maden. Men hvad er det egentlig du smager?

Det har været alment kendt og acceptere at mennesket kan smage 4 smagsretninger, nemlig salt, sødt, surt og bittert. Forskerne har nu opdaget at det findes endnu en basis-smag. Den har de opkaldt efter et stof som hedder umami. Vi har udviklet disse smagssanser for at vi bedst mulig skal kunne kontrollere, at det vi spiser er sundt og godt for os. Det som smagte dårligt blev ikke spist af vores forfædre. Sådan undgik de at spise giftig mad. Men vi mennesker har gennem flere tusind år lært os at manipulere smagen på mad, for eksempel ved at bruge krydderier. Så i dag er det ikke altid lige let at smage sig frem til, hvad som er sundt længere!

Det er også vigtigt at huske på at alt som er sundt og godt for os, kun er sundt og godt i passe mængder. Hvis du spiser for meget af noget sundt, så kan det være farlig. For eksempel er det mange madvarer som indeholder meget sukker og fedt, som smager godt. Kroppen har brug for både sukker og fedt, men ikke i ubegrænsede mængder. Derfor er det ikke sundt at spise så meget du har lyst til af alt som smager godt! Selv rent vand er faktisk giftigt for kroppen, hvis vi drikker for meget af det! -

Professionelle vinsmagere og kaffesmagere spytter gerne det ud de har smagt på. Den vigtigste grund til at de ikke synker, er at det de smager på ofte indeholder stoffer som kroppen ikke har godt af i for store mængder, for eksempel alkohol eller koffein. Du er ikke nødt til at spytte maden ud for at smage ordentlig på den!

Hvordan opstod smagssansen?

De første encellede organismer drev rundt i urhavet. I vandet som omgav dem, var det opløst forskellige stoffer. Nogen af disse var mad, mens andre betød fare eller forårsagede død. Organismerne var afhængige af at tolke disse kemiske signaler, på samme måde som de tolkede de mekaniske signaler som blev opfanget gennem cellemembranen. Efterhånden som mere avancerede flercellede organismer udviklet sig, begyndte også specialiseringen af enkelte cellegrupper. Fisk har i dag en fordybning med specialiserede celler som har til opgave at tag imod kemiske og mekaniske signaler.

Hos pattedyr er udviklingen gået endnu videre. Cellerne som tager imod mekaniske signaler, vibrationer, fra omgivelserne, har udviklet sig til de avancerede lyd-detektorer vi kalder "øre". På den andre siden har vi cellerne som har specialiserede sig i kemiske signaler. Disse har udviklet sig videre til flere forskellige detektions-systemer i mundhulen og næse.

Det er påvist tre separate lugt-systemer i næsen, og vi har flere typer smagsløg som er spredt rundt i munden, på tungen og i ganen. Oven i alt dette kommer den fælles kemiske sansen, som har egne nervebaner til hjernen og således er uafhængig af de andre systemer for lugt og smag. Den fælles kemiske sansen kan udløses både gennem noget vi lugter og af noget vi smager, men vi forbinder den oftest med stærke krydderier, for eksempel chili.

Tilbagebleven "fælles kemisk sans"

Vi har stadig en rest af den oprindelige fælles kemiske sansen. Den har en egen nerveforbindelse til hjernen, helt uafhængig af de andre smagssanser. Vi bruger navnet "den fælles kemiske sansen" om evnen til at opdage og blive påvirket af bestemte stoffer som vi ellers kender som "stærkt krydderier".



Sort peber, hvid peber, rød chilipeber, grøn chilipeber, karry, ingefær, kanel, kamfer og mentol er eksempler på sådanne krydderier som er populære over hele verden. Nogen av krydderplanterne har været mere tilgængelige end andre i bestemte områder, noget som igen har påvirket madlavningen i den lokale kultur.

Enkelte mennesker kan ikke fordrage "stærk mad", mens andre elsker at krydre så stærkt at tårerne løber og sveden springer. Den stærke smagen hos disse planter er nærmest en slags gift, og på samme måde som andre plantegifte, er den opstået for at undgå, at planten skulle blive spist. Mennesket er så og sige alene i hele dyreriget om at ignorere faresignalerne fra den fælles kemiske sansen når vi spiser sådanne planter. Og det at vi til og med benytter disse planter som krydderi for at maden skal smage bedre, er endnu mere specielt! De få dyr som har lært sig at tåle giften/smagen av sådanne planter ude i naturen har ofte en vigtig funktion for planten, for eksempel i forbindelse med spredning af frø.

Sødt

Kulhydrater er en af vores vigtigste næringskilder. Kulhydrater består af karbon, oxygen og hydrogen i bestemte kombinationer. Det findes tre hovedtyper kulhydrater, nemlig sukker, stivelse og cellulose. Den mest næringsrige er sukker i forskellige former.

Sukker smager sødt. Sukker kan omdannes til energi i kroppen næsten umiddelbart, og vi har altid en vis mængde sukker opløst i blodet. Cellulose og stivelse er mere komplekse kulhydrater end sukker, men også de er nyttige for kroppen.

Surt

I naturen findes det både syrer og baser. Disse kan vi måle på pH-skalaen. Men kroppen har også sin egen måde at "måle" styrken og koncentrationen af de mest almindelige syrer i naturen. Syrer i kemien kan være "voldsomme" ting, men i naturen er de som regel meget mildere og "fredeligere" og ganske nyttige. Frugtsyrer bidrag for eksempel til at holde frugten frisk sådan at den ikke rådner, og den sure smagssansen er vigtig for at kunne vurdere om for eksempel et æble er modent.



De fleste synes at det smager godt og forfriskende med noget som er tilpas syrligt. Det er vældig almindeligt at desserter, forskellige typer sodavand og andre ting smager mere eller mindre syrligt.

Salt

Mange forskellige kemiske forbindelser i naturen er såkaldte salte. Et af disse stoffer, natriumklorid, er det vi kalder salt, eller bordsalt. Når vi opløser natriumklorid (bordsalt) i vand, dannes det ioner af natrium (Na+) og klor (Cl-). Vi kalder denne blanding for en salt-opløsning.



Alle cellerne i kroppen har brug for en passende mængde af salt for at overleve. Når du hører at mennesket består af ca. 75 % vand, er det altså en slags saltvand det er tale om. Dette saltvand er næsten lige så salt som vandet i havet.

Kroppen har brug for salt for at fungere. Men hvis vi får for meget salt, så er det heller ikke godt. Derfor har vi en smagssans som passer på at vi ikke spiser alt for meget salt.

Bittert

Kender du om noget som smager bittert, og som samtidig smager godt? Der er ikke særligt meget. Det mest kendte stof som smager bittert, er øl. Og netop den bitre smagen er årsagen til at mange ikke kan lide øl. Det har de god grund til. For den bitre smagssans er nemlig udviklet netop for at vi skal holde os fra mad som smager bittert.



De fleste giftstoffer som dannes naturlig når mad rådner, eller som skyldes giftige planter, smager nemlig bittert. Derfor var det smart at udvikle en smagssans som kunne opdage dette. Af samme grund så er vi også mest følsomme overfor bitter smag.

Umami, den femte smag

De fire "gamle, gode" og velkendte smagssanser hjælper os til at opdage salte, syrer, kulhydrater og bitre giftstoffer. Alt dette er vigtig for at vi skal kunne spise sundt og godt.

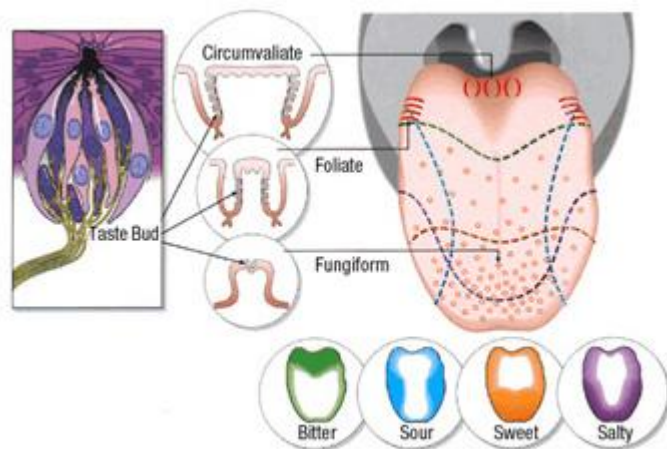
Aminosyrer er en type avanceret protein som kroppen har brug for til at lave blandt andet DNA og andre byggestene i cellerne. Vi snakker om "essentielle aminosyrer" som kroppen ikke klarer at lave selv. Hvis vi ikke får nok af disse gennem maden vi spiser, så dør vi. Hvad ville vel da være mere naturligt end at udvikle en smagssans som opdager sådanne aminosyrer i maden?

Det er kun nogle få år siden at forskerne opdagede at det måske kunne være en sådan smagssans, og de kaldte den "umami", efter en af de aminosyre, som man kan genkende smagen af. De essentielle aminosyre findes først og fremmest i kød, fisk, æg og mælkeprodukter, og det er derfor nødvendigt at få tilstrækkeligt af sådan mad. Vegetarerne har fundet specielle måder at dække kroppens behov for aminosyrer, en af dem er at være "lakto-vegetar". Så må man spise æg og mælk ud over frugt og grønsager, men ikke noget kød.

Du har omkring 10 000 smagsløg i munden og på tungen!

Smagssansen er udviklet for at opdage forskellige kemiske stoffer som er opløst i vand. Da vi indtager alt vand og mad gennem munden, er det naturligt at de celler i kroppen som har specialiseret sig på smage, befinder sig netop i munden. Vi kalder disse cellerne for smagsløg. Egentlig består en smagsløg af flere smags-celler, som sidder faste på noget som hedder papiller.

Vi smager forskellige ting med forskellige dele af tungen. Det er flest papiller med smagsløg på tungen. Den kan bevæge sig rundt inde i og udenfor munden, sådan at vi kan smage på ting uden at sluge det. Tungen er vældig nyttig at have i det tilfælde at det vi smager på skulle vise sig at være giftigt! Den er desuden et utroligt avanceret redskab for at få fat i mad, hvad enten vi slikker det op eller graver det ud. I forhold til andre dele af kroppen, så tåler tungen også meget højere temperaturer. Tænk på all den varme mad du spiser - eller når du drikker glohed kaffe. Hvordan tror du det havde været hvis du havde hældt den varme maden eller kaffen på din arm?



De fire forskellige papillene

Vi har fire typer papiller. Den ene type, de filiforme papillene, indeholder ingen smagsløg. De er formet omtrent som små græsstrå eller knive, og de hjælper tungen til at bearbejde maden før vi sluger den. Katter, har vældig kraftige filiforme papiller, og det er derfor nogen siger at katte har "sandpapir på tungen". Kattene bruger tungen meget mere end os mennesker, blandt andet til at slikke sin pels ren. Så kan vi sige at papillene fungerer som tænderne på en kam!

De tre andre typer papiller indeholder smagsløg. Fungiforme papiller er formet som bittesmå champignon med smagsløg på toppen. De findes i store mængder på tungespidsen og på siden af tungen. Langs med siden af tungen har vi en lang række små folder som kaldes foliate papiller. Helt bagerst på tungen finder vi de circumvallate papillene, og de ser ud som en flad høj med en lillebitte "voldgrav" rundt om. Hos begge de to sidste typerne papiller befinder smagsløgene sig under overfladen af tungen, nede i folden eller "voldgraven".

Dele af tungen har forskellig følsomhed over for de forskellige basis-smage. Sødt og salt genkender vi bedst med tungespidsen, mens surt smager vi bedst langs kanten af tungen. Bitter smag opdager vi bagerst på tungen og i ganen, sådan at vi smager det når vi tygger og synker. Foreløbig er opdagelsen af umami-smagen så ny at forskerne ikke har fundet ud af præcis hvor på tungen vi smager den bedst. Det er imidlertid vigtigt at understrege at hele tungen (og deler af mundhulen) kan genkende alle smagene, og at lugtesansen også spiller en vigtig rolle for smagsoplevelsen

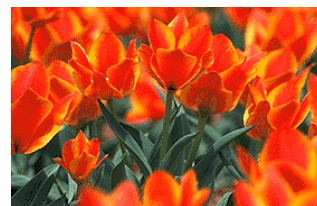
Smagsløgene

smagsløgene sidder på papillene, som beskytter dem mod direkte mekanisk slitage. Det kan være alt fra nogen få til næsten hundrede smagsløg på en enkelt papill. Egentlig er smagsløgene bare et navn på en samling af op mod 30 smagsceller som sidder sammen omtrent som kronbladene på en tulipan. Smagscellerne har udviklet sig fra almindelige hudceller, og lever derfor kun nogle få dage. Hvert smagsløg indeholder derfor nogle smagsceller som lige er dannet, nogen er midt i livsforløbet og nogen som er i færd med at dø og falde af.

Toppen af cellerne i smagsløgene peger mod en smagspore - en åbning i tunge-overfladen - hvor de kemiske stoffer som er opløst i vort spytt, kan trænge ind og komme i kontakt med smagscellerne. Forskerne tror at det er her mekanismen som op fanger smagen af de forskellige kemiske stoffer og sender informationer gennem smagsnerverne op til hjernen, befinder sig. Antageligvis er der forskellige mekanismer for salt, surt og sødt, mens processerne for bittert og umami ligner det som sker med sødestoffer.

Det er forskellige typer smagsceller for de forskellige mekanismer. Bestemte molekyler i cellerne reagerer på de kemiske stoffer som udgøre de forskellige smag. Det er flere teorier om hvordan dette sker i detalje. En teori foreslår ganske enkelt at salt-ionerne går lige gennem celledmembranen, sådan at der opstår en lille elektriskladning i smagsnerven. Molekylerne for bittert, Sødt og umami ligner lidt hinanden, og nogen forskere tror, at der her kan være tale om kemiske forbindelser mellem smags-molekylerne og smags-cellerne som kan veksle mellem de to tilstande. De to tilstandene regulerer mængden af ioner som strømmer gennem celledmembranen, og dermed strømmen i nerven.

Hvad er lugt?



Tulipaner lugter godt!

Vores lugtesans kan beskrives som evnen til at opdage og genkende forskellige typer molekyler som svæver frit rundt i luften. sådanne molekyler har revet sig løs, for eksempel fra en hamburger, og når de svæver ind i næsen og sætter sig fast på lugtecellerne der, så mærker du at det lugter af hamburger.

Når vi skal lugte ekstra nøje, plejer vi ofte at snuse, det vil sige at trække bittesmå mængder af luft ind af gangen, akkurat nok til at fylde næsen, gerne flere gange efter hinanden. Når man snuser, cirkulerer luften godt rundt inde i næsen, på samme måde som det hjælper at gurgle eller virvle noget rundt i munden for at smage bedre på det.

Når vi snuser sådan at luften cirkulerer godt, så vil flere molekyler af de stoffer vi mærker lugten fra, finde frem til vores lugteceller. Nogen stoffer afgiver flere molekyler end andre stoffer. Men det er slet ikke sikkert at vi dermed synes at disse stoffer lugter "mere". Vand er for eksempel et stof som vældig let afgiver molekyler ved rumtemperatur, det er jo netop alle vandmolekylerne som svæver rundt som udgøre det som kaldes luftfugtighed.

Men rent vand lugter faktisk af ingenting og det skal vi være glad for - ellers ville det nok blive lidt vanskelig at lugte så meget andet... Faktisk er det sådan at jo mindre et stof kan blande sig med vand, jo stærkere oplever vi som regel lugten af stoffet. Vi kalder sådanne stoffer for "hydrofobe", altså at de er "bange for vand". Et eksempel er olie og benzin, som normalt ikke blander sig med vand, og som lugter stærkt.

Hydrofobe stoffer som bruges meget i parfume, har normalt vældig kraftige lugter, så der kun skal bruges nogen få molekyler af dem for at man kan mærke lugten. Et eksempel er "musk", et sekret fra moskusokser som er vældig populært og benyttes i mange parfumer.

Oversigt over luftvejene.

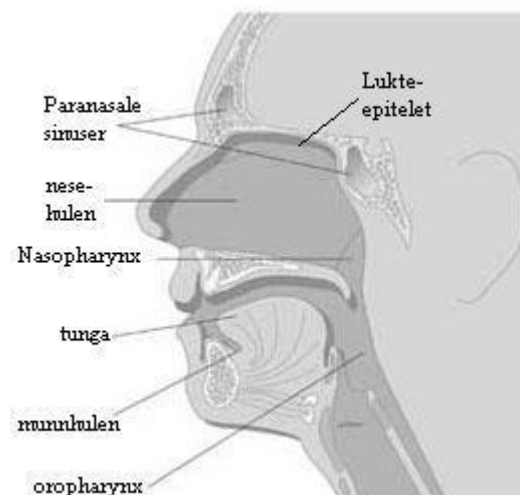
Sådan fungerer næsen

Næsen er formet som en stor tragt hvor luften suges ind på vej til lungerne. næsen er fuld av hår, og fungerer i grunden på samme måde som luftfilteret i bilen - støv og urenheder i luften op samles sådan at de ikke fortsætter helt ned i lungerne. Finkornet støv kan alligevel komme forbi næsen, og specielt hvis du trækker vejret med vil der naturligvis være luft der kommer ned i lungerne uden at være blevet filtreret. akkurat som at du bør skifte luftfilter på bilen af og til, er det smart at pudse næse for at få alt det støv og skidt ud som næsen samler sammen.

Når det er koldt uden for, mærker du en anden funktion som næsen har, nemlig at opvarme luften så at lungerne ikke fyldes med kold luft.

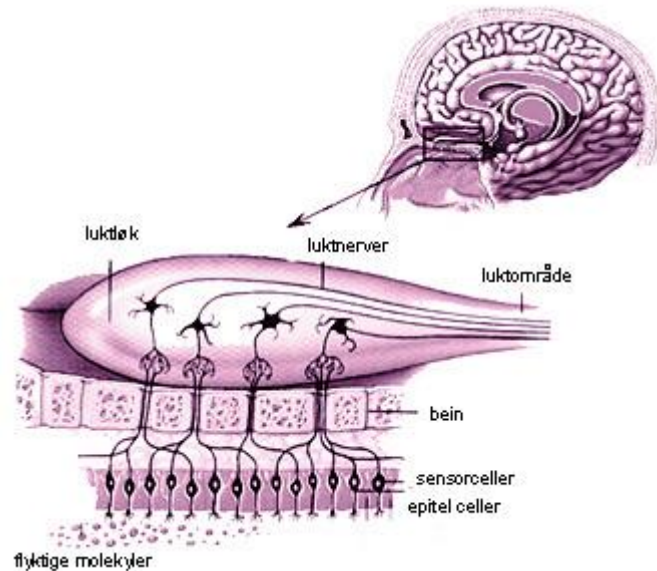
Når du vejret almindeligt, vil omtrent 2 % av luften passere op gennem næsehulen og forbi lugte-epitelet helt opunder kraniet. Her sidder næsten alle lugtecellerne samlet. Når et molekyle fra et stof fæstner sig til en af cellerne, udløser det et bestemt elektrisk signal. Signalet går i en nervetråd fra cellen og op til hjernen.

Hvis du snuser i stedet for at trække vejret almindeligt, kan du få luften til at cirkulere inde i næsehulen. Dermed vil flere molekyler passere fordi lugte-epitelet. Så kan du lettere opdage svage lugte som du måske ikke havde opdaget ellers.



Lugtcellerne

En lang lugtestav stikker ned fra hver lugtecelle til overfladen af lugte-epitelet. Lugtestavene er egentlig specialiserede nerveceller, og er koblet direkte til lugtcenteret i hjernen, lugtelappen, via en kort nervetråd. Overfladen af lugteepitelet er dækket af et specielt slim som beskytter lugtestavene. Små fimrehår på toppen af hver lugtestav bevæger slimet sådan at de kan komme i kontakt med molekylerne som der skal lugtes til. Slimet udsøndres af specielle kirtler som ikke findes noget andet sted i næsen, og det indeholder store mængder af et specielt protein som kan binde sig til hydrofobe molekyler som ellers ville blive frastødt af det vandholdige slim. Forskerne tror at lugtmolekylerne binder sig til dette proteinet i det de træffer slimet, og at derefter transporteres gennem slimet til de træffer et af fimrehårene og fæster sig til et modtagermolekyl der. Så løsnes molekylet igen, og fragtes væk med slimet, som hele tiden bevæger sig mens fimrehårene duver frem og tilbage.



Nogle molekyler på fimrehårene til lugtecellerne er specielt tilpasset bestemte lugt-molekyler, mens andre reagerer på mange forskellige molekyler. Nervetrådene som passer med en bestemt type lugt, spreder sig udover lugte-epitelet til mange lugteceller på forskellige steder. Når en bestemt type lugtemolekyle, for eksempel fra stegt ost, kommer ind i din næsen, vil de binde sig til lugteceller på flere steder. Da dannes et bestemt mønster af nervetråde som sender besked til lugtelappen. Samtidig kan det ske at andre typer lugtemolekyler opdages af andre lugteceller i et andet mønster (f.eks. varm gærdej, oliven og tomater). Lugtebarken sammensætter al den information som den får fra lugtelappen, og sammenligner med lignende mønster som den har lagret i hukommelsen.

Flere lugtesanser

I løbet af sidste halvdel af 1990-tallet opdagede forskere ved Howard Hughes Medical Institute i USA at også mennesker har såkaldte vomeronasale organer (VNO-er) i næsen, i tillæg til lugte-epitelet som vi kender fra før. Forskerne har tidligere undersøgt VNO-er hos hamstere, rotter og mus, og de har fundet ud af at specielle duftstoffer som kaldes feromoner, op fanges her. Det er to VNO-er, en på hver side af bruskvæggen inde i næsen. De aflange organer er bare nogen få millimeter lange. VNO-ene ligger ikke langt fra næseåbningen, et godt stykke fra lugte-epitelet. De har helt separate nervebaner som går op til den alternative lugtelap i hjernen. Hos rotter og mus er den alternative lugtelap koblet direkte til det limbiske systemet uden at gå via cortex, hvor bevidstheden reguleres. Feromon-signalene påvirker dem altså ubevidst. Det er endnu ikke klart om VNO-ene hos mennesker er koblet til hjernen på samme måde.

Inddeling af lugtesansen

Mange har forsøgt at inddel de forskellige lugte som vi kan genkende, i nogle få basislugte. Det findes jo bare tre basisfarver for lyset som vi ser, og lyd kan inddeles efter frekvenser og volumen. Længe troede man at der bare var fire basis smage, men selv om forskerne nu har fundet endnu en, så er det fortsatte bare fem. Følelses-sansen i huden mærker først og fremmest temperatur, tryk og smerte.

Da bør det være vel også findes nogen få elementære lugte som alle andre lugte er bygget op af? I 1915 var det en forsker som hed Henning som præsenterede et "lugtprisme" hvor han foreslog følgende 6 basis-lugte:

Et forsøg på at kategoriserer de forskellige lugte.

- Krydret
- Harpiksagtig
- Brent
- Frugtig
- Bløsteragtigt
- Råddent

Henning foreslog også en tilsvarende inddeling av smag i salt, sødt, surt og bittert. Denne inddeling blev som bekendt brugt i omkring 80 år, indtil forskerne opdagede umami-smagen. Lugtesansen hænger tæt sammen med smagssansen, og den "nære Lugtesansen" står ofte for største delen af den smag vi får ind i munden når vi spiser. Sådan kan vi sige at også smagssansen egentlig er meget mere kompliceret end det de 5 basis-smage kan få det til at virke som.

Vinsmagere, kaffesmagere, kemikere og andre som er optaget af at bruge lugtesansen til at inddele forskellige stoffer, har udviklet sine egne systemer. nogen har systemer der ligner Hennings, men er ofte mere detaljeret, med hovedkategorier og underkategorier. Kategorierne er ofte opkaldt efter eksempler, for det er ofte umulig at beskrive en lugt på nogen anden måde end at bruge et eksempel på noget som har en lignende lugt.

Forskere har lavet mange forskellige forsøg, blandt andet testning af mennesker som ikke kan lugte helt bestemte ting. De har også bedt mange forskellige mennesker om at lugte til noget, og at placere denne lugt på et papir i forhold til andre lugte. Resultaterne viser at det ikke finnes nogen enkel sammenhæng med bare nogen få basis-lugte. En forsker foreslog at der alligevel kunne være et vidst antal basis-lugte, men at der måske var så mange som 31!

Lugt og smag

Hvis du er forkølet og "stoppet i næsen", eller af en anden grund har mistet Lugtesansen, så smager maden du spiser af meget lidt eller ingenting. Mennesker over 70 år har ofte mistet meget af Lugtesansen, og da hjælper det ikke stort at have mere krydderi i maden. Prøv selv en dag du er forkølet!

Du kan tydelig mærker hvor tæt smag og lugt hænger sammen når du spiser enkelte typer mat. Franske oste er et godt eksempel. Nogen af dem lugte som noget du aldeles ikke har lyst til at spise, men så smager de faktisk vældig godt. Da er det "mad-lugtesansen" som gør at du pludselig får en helt anden oplevelse end når du bare lugte uden at smage.



På samme måde kan du mærke at hvis du anstrenger dig (for eksempel når du arbejder hårdt eller træner) og trækker vejret tungt gennem munden, så mærker du meget lidt lugt. Luft passerer nemlig lige ned i lungerne gennem svælget, uden at være i nærheden af lugtecellerne. Du mærker heller ikke meget smag af omgivelserne gennem luft du trækker ind. Men udtrykket "blodsmag i munden" fortæller at hårde anstrengelser kan påvirke smagssansen ved at der udskilles bestemte stoffer i spyttet, som gør at det smager anderledes. Normalt er det opløst lidt salt i dit spyt, på samme måde som dine tåre er salte.

Feromoner

I modsætning til synsnerven og hørenerven, som går op til den "logiske del af hjernen", så er lugtenerven koblet til en del af hjernen som kaldes "det limbiske system". Følelserne styres også herfra, og det forklarer måske hvorfor lugte påvirker os så stærkt følelsesmæssig. Lugten af en bestemt parfume eller en speciel madret kan sætte hukommelsen og følelserne i sving på en helt anden måde end hvis du ser på et billede fra den anledning hvor du oplevede lugten.

Det finnes også lugte som vi ikke mærker bevidst, men som måske kan påvirke os ubevidst. Sådanne duftstoffer kaldes feromoner, og forskere har fundet ud af at insekter ofte bruger feromoner til at kommunikere med hinanden. Insekterne kan for eksempel fortælle hinanden hvor der er mad, eller sige til når det er på tide at befrugte æg. Mere avancerede dyr bruger også feromoner, specielt i forbindelse med biologiske funktioner knyttet til forplantning. De fleste har set hvordan hunde lugte til hinanden, og hvordan hanhunden sætter urin på telefonstolper og træer for at markere sit territorium. For nyligt har forskere fundet ud af at det finnes et helt specielt lugtesystem i næsen som opfanger feromoner. Feromonene opfanges altså af en helt separat "lugtesans" med egne nervebaner op til hjernen. Pattedyr har alligevel en så højt udviklet hjerne at de ikke lader sig styre af feromoner uden videre, sådan som insekterne gør.

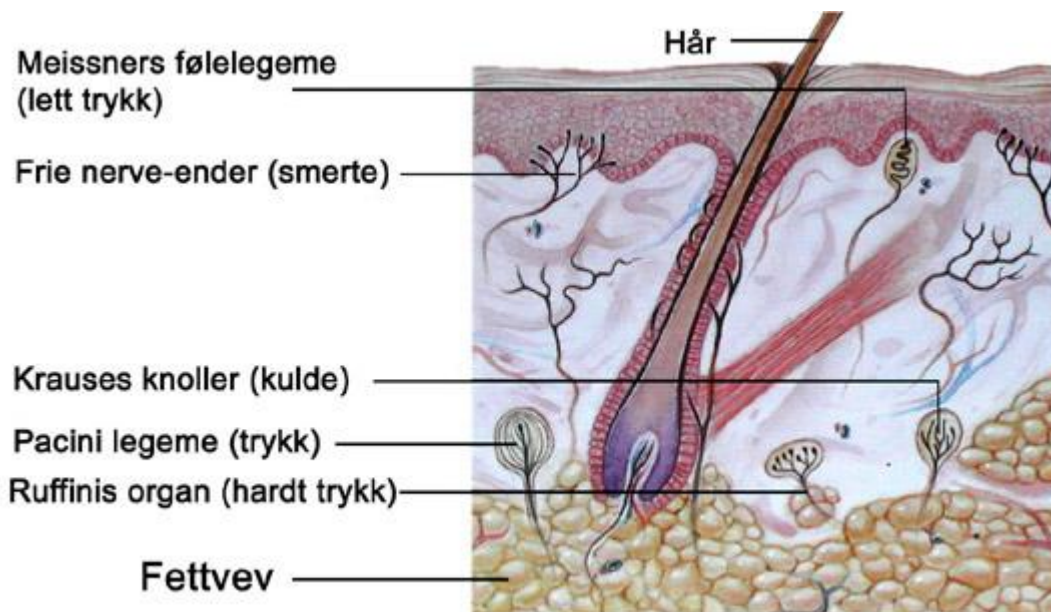
Nogen parfumeproducenter prøver alligevel at udnytte videnskaben til at reklamere med at de har tilsat stoffer "som gør dig uimodståelig". Det er klart at god lugt ikke skræmmer nogen væk, og nogen dufte er mere behagelige end andre, de hænger jo også tæt sammen med vores følelser. Men hvis man kan sige at "kemien stemmer" mellem to mennesker, så skyldes det mange andre faktorer end bare hvordan de lugte!

Berøring

Berøringssansen bruger for det meste receptorer placeret i huden. Mindst fire forskellige typer receptorer føler tryk eller temperatur, mens smerte formidles når frie nerveender (forgreninger af aksonet til en nervecelle) påvirkes. Receptorerne reagerer når cellemembranen, cellens yderste hinde, klemmes sammen. Da ændres cellens kemiske balance, og den sender et elektrisk signal til hjernen.

Berøringssansens nervebane til hjernen går gennem rygmarven. Rygmarven indeholder en række tykke nervetråde og ligger godt beskyttet inde i rygsøjlen, som er en samling kraftige knogler. Ikke alle nervesignaler sendes helt op til hjernen. Nogen reaktioner kan styres af rygmarven. Sådanne reaktioner kaldes reflekser. Det er hurtige modreaktioner kroppen må foretage i nødstilfælde, som for eksempel for at få hånden rykket væk fra en varm kogeplade.

Billedet her under viser et udsnit af huden og hvordan de forskellige receptorer ligger fordelt. Læg mærke til receptorer for hårdt tryk ligger dybere end de som mærker let tryk.



Vi har flere typer nerveceller i huden.

Sansetilpasning

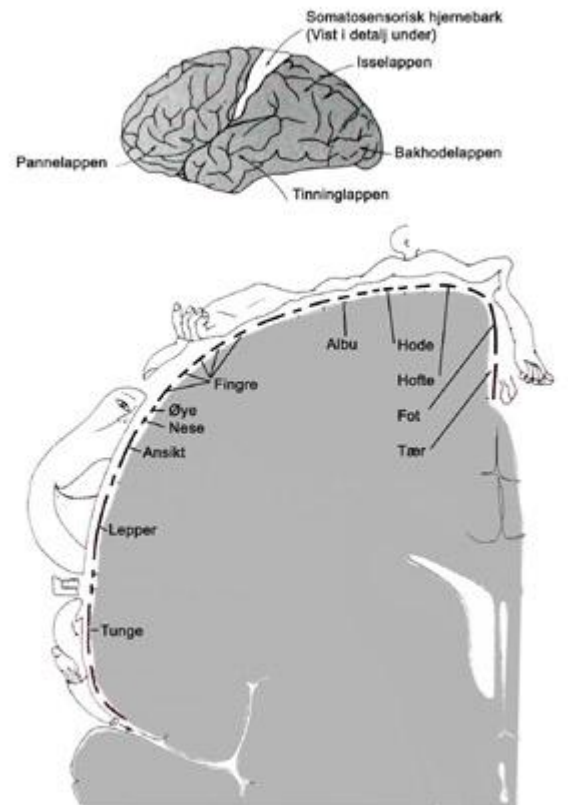
Et fællestræk for mange af sanserne er at de tilpasser sig de ydre omstændigheder. Det kaldes adaptation. For eksempel ser farven på en hveps næsten ens ud selv om belysningen forandrer sig betydelig. Det er et eksempel på farveadaptation. Lugt adapteres også. Når du lager mad, vil du efter et stykke tid ikke længere mærke madlugten så godt. Det er fordi hjernen har vendet sig til lugten. Hvis du derimod går en tur og kommer tilbage, vil madlugten slå imod dig når du åbner døren! Hudens sanseapparat viser en tilsvarende tilpasning, men det er store forskelle mellem ren berøring og smertesans. Nervecellerne som er ansvarlige for at formidle smerte, adapteres langsomt, mens berøring adapteres hurtigt. Prøv bare at trykke svagt mod underarmen med en finger og hold trykket. Det tager ikke lange tiden før trykfølelsen er næsten væk. Et lille ryk med fingeren og du mærker den igen. Det er faktisk mulig at hæmme et smertesignal ved at udløse et andet. Dette sker delvis når vi gnid os på et sted vi har slået os. Men vi kan også direkte sætte et nyt smertesignal i gang som går igennem i de samme nervebaner og dermed blokerer disse.

Ved at tage to spidse genstande og stikke dem samtidig mod huden kan du hæmme et smertesignal. Start først med de to spidser nær hinanden, og bevæg dem så fra hinanden mens du stikker samtidig. Så vil du opdage at når de er nær hinanden, opfattes de to stik som et. Først når de er et stykke fra hverandre, hvor langt varierer fra sted til sted på kroppen, vil du opfatte to stik. Mærk godt efter mens du eksperimenterer. Du vil kunne finde afstanden mellem spidserne som er sådan at stikkene næsten ikke mærkes. Så har du klart at hæmme et smertesignal med et andet.

Synkronisering

Når receptorer i huden som mærker tryk, påvirkes, går det signaler gennem rygmarven og op til hjernen. Her ender de op i den somasensoriske hjernebark.

De forskellige delene af kroppen er repræsenteret i forskellige dele af barken. Nogen kropsdele sender signaler til større dele af denne bark end andre. Dette knyttes til følsomhed og hvor små detaljer berøringen kan skelne. Fingerspidserne kan for eksempel skelne små punkter fra hinanden, noget som gør dem egnede til at læse blindeskrift. Ved at tegne op hvor stor plads i den somasensoriske hjernebark hver del på kroppen tager, får vi et billede som vist til højre.

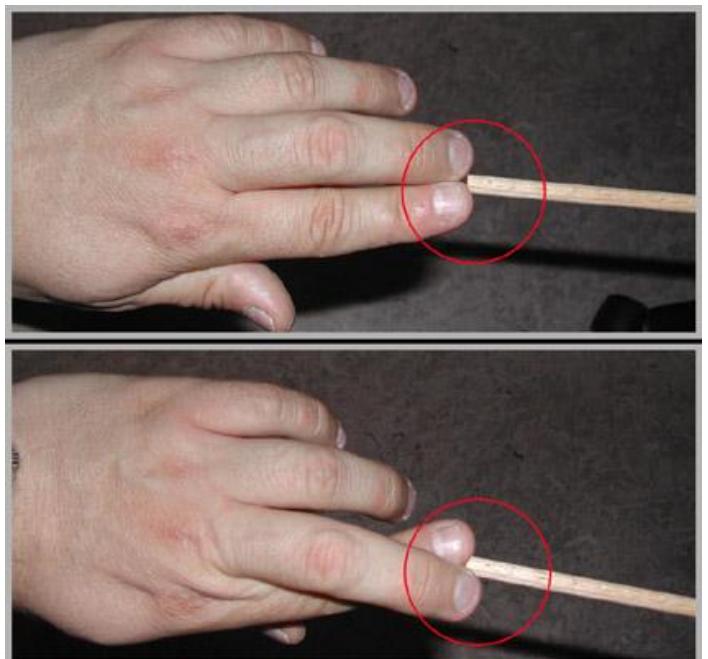


Aristoteles illusion

Dette er et eksperiment du kan udføre på en enkelt måde og som viser hvordan hjernen tolker påvirkninger i huden. Find først en blyant eller en kort pind og helst nogen som kan hjælpe dig. Hvis du har en hjælper bør du lukke øjnene mens du gør eksperimentet. Så kan du koncentrere dig fuldt ud om hvad du føler.

Lad din hjælper stikke pinden mod dine fingre som vist på det øverste billede. Du bør bøje den ene fingeren så at begge fingerspidser ligger ved siden af hinanden. Det bør trykkes så hårdt at du mærker det godt. Du skal mærke efter hvor mange pinde du mærker. Hold hele tiden fingrene i ro. I denne delen af forsøget skal du mærke en pind.

lav derefter eksperimentet igen, men denne gang med krydsede fingre, som vist på det nederste billede. Husk at den ene finger skal være bøjet så at fingerspidserne ligger ved siden af hinanden. Lad først din hjælper ramme kun den ene finger og lad så pinden glide over til den anden så at begge berøres. Hvad mærker du nu? Hvor mange pinde mærker du?



Forskerne mener at forklaringen til fænomenet ligger i hvor i hjernen berøringen behandles. Dette sker i den somasensoriske hjernebark. Når indersiden af to nærliggende fingre berøres, vil påvirkningen behandles af områder i hjernebarken som har god kommunikation med hverandre. Når ydersiden på to fingre berøres, vil derimod to områder i den somasensoriske hjernebark som ikke har god kontakt med hverandre, påvirkes. Resultatet er at hjernen tolker dette som at to genstande berører hver sin finger. Pudsigt

Hvad er syn?



Nogen dyr har øjnene placeret sådan at de har et 360 graders panoramasyn! Øjnene i dyreriget variere meget, men alle har til fælles at de kan registrere lys. Hvordan tror du en bi ser verden? Synet er vor stærkeste sans. Med det mener vi at den giver mest information til os om verden rundt om os, tager størst plads i hjernen og er den sansen vi har størst problemer med at klare os uden.

Sådan fungerer øjet

Når vi ser på noget, strømmer det lys ind gennem hornhinden, øjets forreste del, og videre gennem linsen. Den former et fladt billede af omgivelserne på indersiden af propillen, på nethinden. Der får lyset små følere til at reagere og sende signaler som ender oppe i hjernen. Hvor tæt disse følerne sidder, bestemmer hvor små detaljer vi kan se. I synsgropen, (den gule plet) som er det sted på nethinden som ser skarpest, er det omtrent 400 receptorer per millimeter! På figuren herunder kan du se en illustration af hvordan vort øje er opbygget.

Hvis øjets linse ikke kan klare at forme et skarp billede på nethinden, kan vi ikke se klart. Denne fejl kan vi rette op på med briller eller kontaktlinser. Rundt om linsen ligger der en muskel som kaldes ciliarmuskelen. Den kan forandre krumningen på linsen og dermed få billeder fra forskellige afstande fra øjet til at blive skarpe på nethinden. Det kaldes at fokusere.

Åbningen i øjet hvor lys slipper ind, hedder pupillen. Når øjet udsættes for kraftig lys, trækker pupillen sig sammen. Den fungerer som en blænde, som du måske har set på et kamera? Det farvede område rundt om pupillen er irisen, eller regnbuehinden. Irisen hos et menneske har et unikt mønster, akkurat som et fingeraftryk. Derfor har du måske set science fiction film (for eksempel "*Minority report*") hvor døren åbnes ved hjælp af iris-læsning? Flere firmaer arbejder med at lave systemer med dette, men teknikken er endnu ufærdig. Øjet holdes sammen af senehinden. Det er den vi ser som det hvide på ydersiden af øjet.

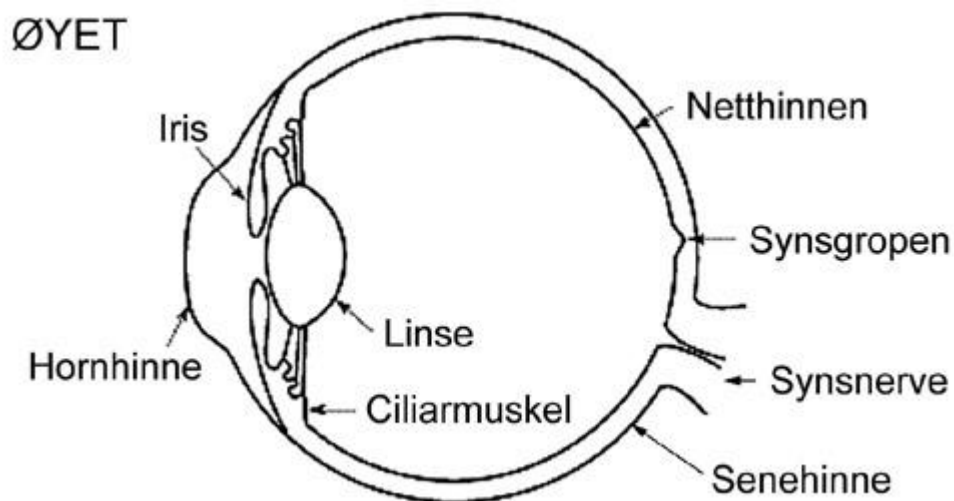
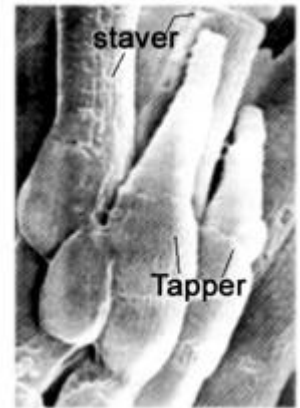


Illustration af øjets opbygning.

Signalerne som kommer fra nethindens lysfølere, går til hjernen gennem synsnerven. Området på nethinden hvor synsnerven går fra, kaldes den blinde plet. Her er det ingen lysfølere. Men det betyder ikke at du ser en sort plet midt i dit synsfelt! Den del af synsfeltet som falder på den blinde plet i det ene øjet, opfattes nemlig af det andet øjet.

Staver og tapper

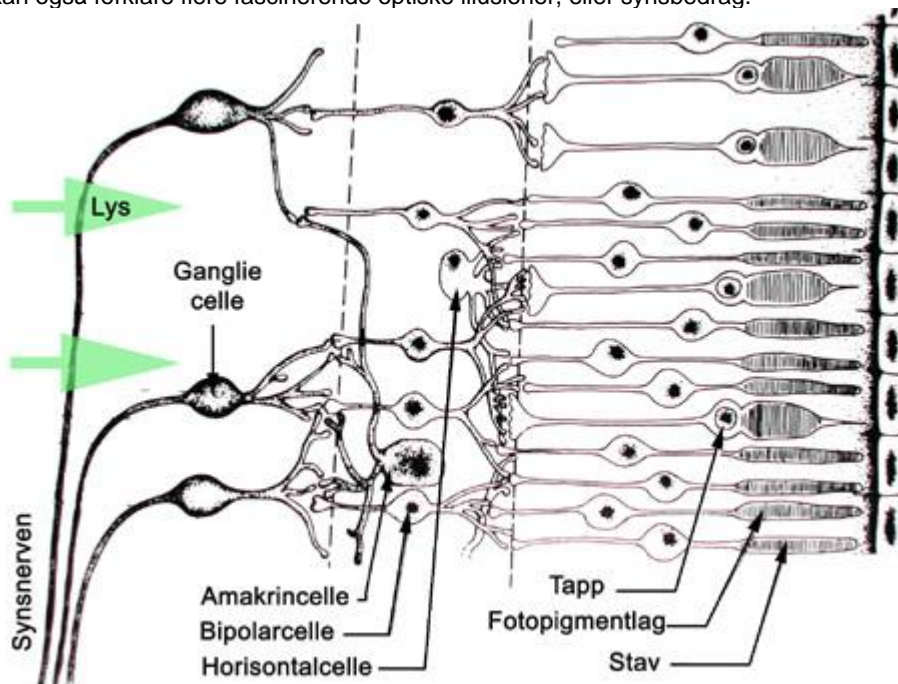
Inde i øjet, på nethinden, befinder det sig millionvis af små komplicerede tårn. De er øjets receptorer og påvirkes af lys. Det er to typer receptorer på nethinden. De kaldes staver og tapper. Stavene er længere end tappene og fladere i enden. I synsgropen (den gule plet) er det ingen staver men mange tapper. Udenfor synsgropen (den gule plet) er det derimod flere staver end tapper. Stavene er aktive når det er svag belysning og giver os mørkesyn. Tapperne, derimod, aktiviseres ikke i mørke, men er til gengæld ansvarlige for vort farvesyn. Nethinden er dækket af omtrent 130 millioner staver og 6 millioner tapper.



Det findes tre forskellige varianter af tapper. De kaldes ofte R, B og G, betegnelserne som står for rødt, blåt og grønt. Når du for eksempel ser rødt lys, bliver R-tappene aktiveret. Tappene gør det derfor mulig for dig at opleve farver. Ved at sammenligne meldingerne fra forskellige tapper, kan hjernen konstruere de forskelle i synsbilledet som vi opfatter som farver. Det er vigtigt at huske at det ikke er noget ved lyset selv som er rødt eller grønt. Lys i sig selv har kun bølglængder, ingen farver. Signalerne fra tappene har heller ingen farver, lige så lidt som de har form, de er kun elektriske strømme. Det er først efter at hjernen har behandlet meldingerne fra tappene, at du oplever farver. Farver bliver altså skabt i hjernen din!

Både stavene og tappene indeholder fotonpigmenter som absorberer lys. Når dette sker, forandrer pigmentstoffet sig. Det fører til at receptoren afgiver et elektrisk signal. Signaler fra flere receptorer behandles så i specialiserede nerveceller. Den nye information sendes videre ind i hjernen gennem synsnerven.

Det sidste lag med nerveceller før synsnerven er gangliacellerne. Det er omtrent en million gangliaceller i nethinden og lige så mange nervetråde i synsnerven. Hver gangliacelle kan behandle signaler fra områder med mange hundred tapper. Dette bruges af synssansen til at forstærke kanter og forskelle i synsbilledet. Egenskaberne hos gangliacellerne kan også forklare flere fascinerende optiske illusioner, eller synsbedrag.

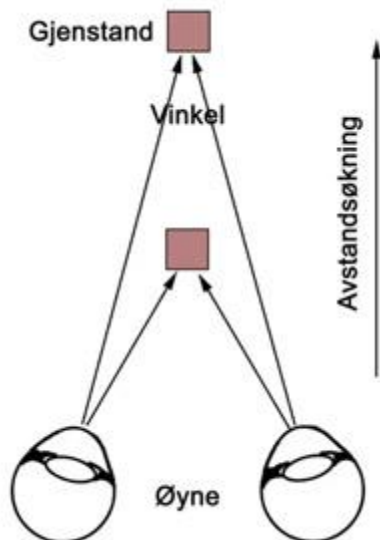


Figuren viser hvordan nethinden er op bygget. Læg mærke til at lyset passerer flere lag nerveceller før det når frem til de lysfølsomme receptorer som omdanner lys til elektriske signaler.

Dybdesyn

Synssansen giver os mulighed for at opfatte dybde. Vi ser at nogle ting er nærmere ved os end andre ting. Dette er i første omgang muligt fordi vi har to øjne. Når vi skal se på en ting, vil de to øjens funktioner automatisk træde i kraft. Først vinkles øjnene, så at de to billeder af genstanden vi ser på, falder i synsfeltet for hvert øje. Samtidig forandres krumningen på øjelinsen, så at billedet af genstanden bliver tydeligt på nethinden. Fordi vi har to øjne, modtager hjernen

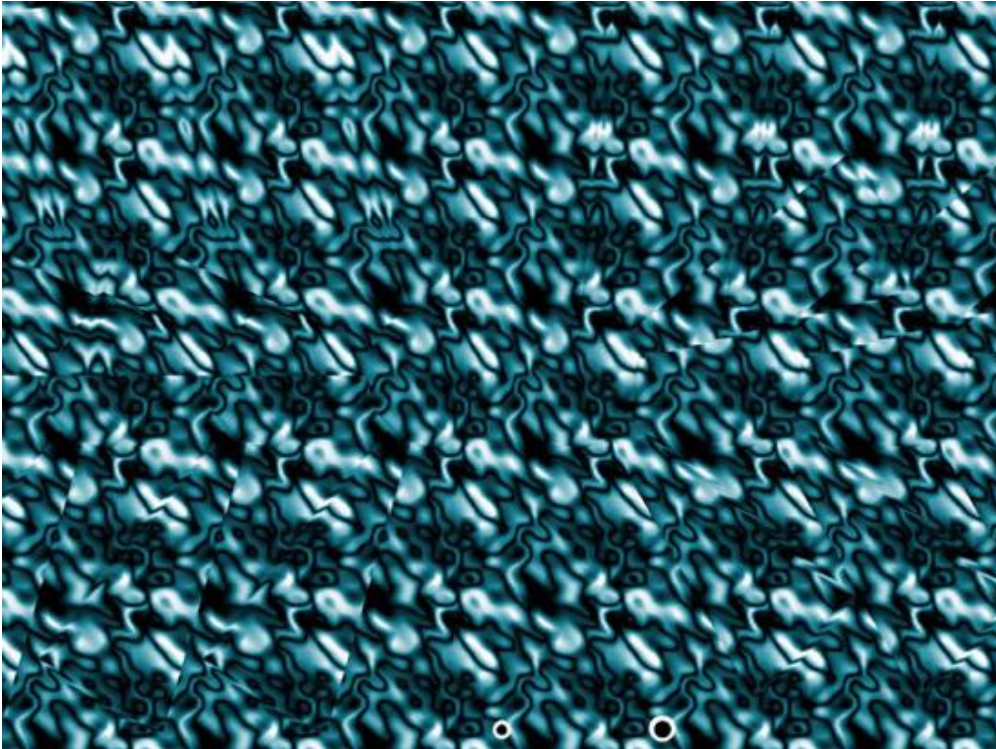
to billeder, et fra hvert øje. Disse to billeder sættes sammen af hjernen, og vi oplever et klart billede af omgivelserne. Fordi vores øjne er placeret et stykke fra hinanden, vil de se to lidt forskellige billeder af det vi betragter. Hvor meget øjnene vinkles for at se på en genstand og hvordan de fokuserer, fortæller også hjernen noget om hvor langt borte tingene er placeret. Sammen med et billede fra hvert øje vil disse oplysninger efter behandling i hjernen give os oplevelsen af dybde. Hvis du prøver at lukke det ene øje, vil du se at dybdesynet bliver meget dårligere.



Figuren viser hvordan øjnene vinkles når de betragter genstande på forskellig afstand.

Hvis du holder en finger 20 cm foran dig og veksler mellem at se på den med venstre og højre øje, vil du opdage hvordan øjnene ser fingeren fra forskellige vinkler. Når du til slut ser på den med begge øjne samtidig, bliver du måske forbavset over at du så sjældent lægger mærke til at du ser to billeder fra forskellige vinkler på en gang?

Hvis vi skal lave tredimensionale synsindtryk med flade billeder, må vi sørge for at give hvert øje forskellige informationer. Dette kan gøres helt enkelt ved at tag to billeder af noget med et kamera fra to forskellige vinkler. Så længe man ikke overdriver vinkel forskellen vil man ende op med et billedepar som danner et stereogram. Hvis disse betragtes sådan at hvert øje ser et billede, vil dybdevirkningen opstå. Men det er også mulig at opnå dybdevirkning ved at se på et fladt billede. Der bruges nogen matematiske regler for at konstruere billeder som er sammensatte af mønster på en bestemt måde. Mønsteret gentages hen over billedet, men med små forskelle. Disse forskelle bærer kimen til dybdevirkningen. Når du ser på billedet og vinkler øjnene i forhold til billedet, vil mønsteret begynde at overlape sig selv. Hvor meget øjnene skal vinkles for at give en god overlappning bestemmer dybden i billedet. Fordi øjnene må vinkles lidt forskellig når forskellige dele af billedet betragtes, opstår oplevelsen af at billedet er tredimensionalt. Mindre forskel i mønsteret tolker hjernen som dybdeforskelle uden at øjnene behøver at vinkles. Hvordan dette sker, er ved vi ikke helt i dag. Et eksempel på et sådan billede, et stereogram, kan du se her under.



Et sammensat stereogram, populært kaldt SIRDs, gør det mulig at skabe dybdevirkning fra et fladt billede. Ideen er at fokusere dit syn så at du ser tre sorte prikker nederst på billedet. Da vil det komme frem et billede med dybdevirkning. Prøv et stykke tid, så vil du efterhånden se en propel. På dette link finder du flere stereogrammer du kan prøve på!

Men selv om du bare ser med et øje, kan du få et indtryk af dybde. For eksempel kan du opleve dybdevirkning med bare et øje hvis du bevæger hovedet. Kundskab om de forskellige tingenes fysiske størrelse gør at du kan bedømme afstanden til dem fordi deres størrelse tilsyneladende varierer. Hvis en elefant ser lille ud, er den sandsynligvis langt væk...

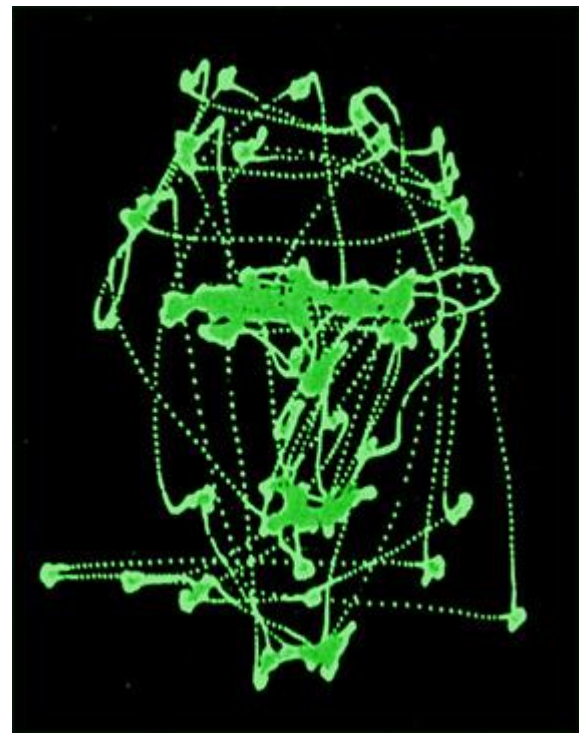
Hvis du bevæger hovedet mens du ser på et stereogram, vil billedet alligevel forblive uændret. Dette står i kontrast til det som sker når du betragter en ægte genstand, fordi du da gradvis opfatter den fra forskellige vinkler. Det er også tilfældet for en type afbildninger som kaldes hologrammer. Navnet betyder helhedsafbildning, og henviser netop til den egenskab at du gradvis kan se det afbildede objektet fra forskellige vinkler. Lidt forenklet er et hologram et vindue som husker. Når vi har afbildet en genstand og laget et hologram, vil resultatet ofte se ud som om den oprindelige genstand er blevet placeret bag en glasplade. .

Øjets bevægelser

I øjeplet er det festet seks forskellige muskler. De bevæger øjet, og de styres af en række områder i hjernen. Disse muskler får også input fra hjernens balancecenter. Øjet kan bevæges fra side til side og op og ned, og det kan vrides rundt og vinkles. Der ud over arbejder muskler langs øjelinsen med at fokusere billedet på nethinden. Mens øjets fokusering er en proces som vi ofte er opmærksomme på, er øjets bevægelse noget vi normalt ikke lægger mærke til, selv om øjebbevægelsen er en proces som sker hele tiden. Det findes mindst fire typer øjebbevægelser. De kaldes blikskifte, følgeblik, sakkader og mikrobevægelser.

Billedet viser hvordan øjet bevæger sig når en forsøgsperson ser på et billede af et ansigt.

Blikskifte er når du bevæger øjnene over et synsfelt og udskifter den delen af billedet som falder på synsgropen (den gule plet). Disse bevægelser forgår ofte i ryk. Alligevel vil øjet opfange elementer i synsfeltet som



opfattes som vigtige. Tænker vi på hvor hurtigt billedet bevæger sig over nethinden under en sådan bevægelse, er det fabelagtig at vi i det hele taget kan bevare et synsindtryk! Billedet til højre viser hvordan øjet bevæger sig når man ser på et ansigt.

Følgeblik er når øjnene følger en bevægelig ting. Da er bevægelsen jævn og helt forskellig fra et blikskifte. Hjernens bruger genstandens forflytning over nethinden til at kompensere og bevæge musklerne. Denne mekanisme fungerer også godt når vi selv bevæger os.

Sakkader er meget hurtige rykbevægelser som har til funktion at placere det vi ser på i synsfeltet. Hvis øjet glider væk fra det vi ser på, vil sakkadene modvirke dette. De kan til en vis grad kontrolleres bevidst.

Mikrobevægelserne, som vi har kaldt dem her, er delvis knyttet til vibrationerne i øjets muskel- og kompensations system. Det findes tre forskellige mikrobevægelser. De vises tydeligst når vi betragter en lille detalje midt i synsfeltet og forsøger at holde øjne og hovedet helt i ro. Det viser sig at øjet aldrig er helt i ro. Det er altid en svag sitring og rykning fra musklerne. Størrelsen på disse vibrationer er ganske meget større end afstanden mellem tappene på nethinden. Synsfeltet forflyttes derfor ustandselig over nethinden.

Stabiliseret nethindebillede

En fascinerende effekt opstår under eksperimenter med såkaldt stabiliseret nethindebillede. Sådanne eksperimenter kan udføres ved at bruge et specielt kontaktlinsearrangement. Et billede projiceres da direkte på nethinden. Da kontaktlinsesystemet ligger på øjet, vil det følge øjets bevægelser, og dermed vil billedet ligge roligt på nethinden. Et sådan billede vil forsvinde for forsøgspersonen i løbet af et par sekunder! Vedkommende vil ikke længer se billedet, selv om det fortsat ligger profileret på nethinden. Hvis billedet sættes i bevægelse, vil det komme frem igen.

Dette fænomen opstår som et resultat af synssansens adaptationsmekanismer, uden at vi ved helt hvordan dette sker. I dag mener forskerne at de mikroskopiske øjebevægelserne bidrag til at bevare et billedeindtryk ved at modvirke adaptationen.

Purkinjes træ

Alle celler i kroppen har brug for næring og oxygen. Sådan er det også med cellerne i øjets nethinde. Et netværk af blodårer kommer ud fra området rundt om synsnerven og spreder sig over nethinden. Dette blodåre netværk kaldes Purkinjes træ. På sin vej gennem øjet passerer lyset gennem nogen lag med nerveceller før det træffer receptorerne. Blodårerne ligger mellem nervecellerne og derfor foran receptorerne. Dette fører til at det under almindelige omstændigheder ikke kommer særlig meget lys på disse receptorer. Det ligger en permanent skygge fra blodåre netværket over dele af nethinden.

Et billede af nethinden hvor du kan se netværket af blodårer som kaldes Purkinjes træ.

Det lyder måske mærkelig, når du ikke ser noget sådan et skyggebillede i dit synsfelt? Grunden til det er at forskellige adaptationsmekanismer i synssansen fjerner dette billede. Vi kan tænke på skyggen fra blodåre netværket som et stabiliseret nethindebillede. Det er stabilt og bliver dermed "siet" bort af vores hjernen, akkurat som de andre stabilisere indtrykkene nethinden møder. Hullerne i synsfeltet mærkes ikke fordi det er et kraftigt overlap mellem de to øjnene, ud over at øjnene er i stadig bevægelse.

