

Lysrefleksen:

Receptor: Netthindens fotoreceptorer

Afd. led: direkte forb. til tectum fra centrale synsbane.

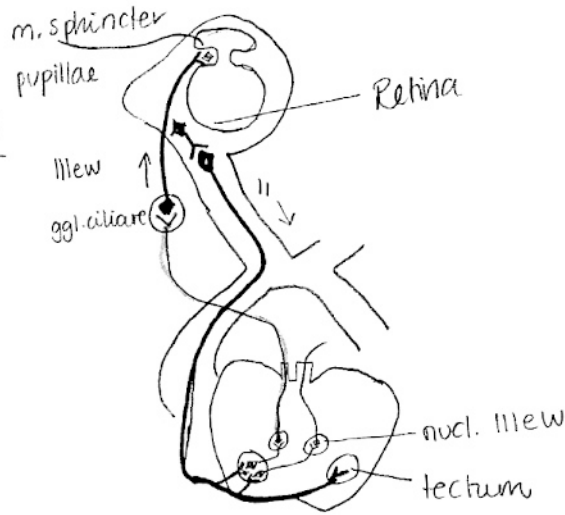
Regl. centrum: tectum

Edf. led: Prægg. PS visc. mot. fibre fra IlleW + postggf. fibre fra ggf. ciliare.

Effektor: M. sphincter pupillae (dvs. pupil bliver mindre v. stimulering m. lys)

+ akkomodationsrefleks

(Bjarkam s. 195!)



Fototransduktion i Stave:

- Rhodopsin stimulerer traducin (G-prot.) i disc memb. → aktiverer phosphodiesterase → nedbryder cGMP → Na⁺ kan. lukker → memb. hyperpolariseres (v. lys) → retinal
- I mørke sker det omvendt dvs. G-prot. er inaktiv og Na⁺ kan. er åbne.

Fototransduktion i Tappe:

- Nogenlunde den samme som foroven
- En af tre opsiner i memb. discs af ydre segmenter → photopigment → forsk. spektrale sensitivitet
 - blå tappe → 430 nm
 - grønne → 530 nm
 - røde → 560 nm
 - min. følsomhed 100 fotoner / tap.

Receptive felt (ude for øjet)

- af fx. en bipolarcelle
- = omr. af retina som når det stimuleres m. lys ændrer cellens memb. pot.
- består af 2 dele:
 - receptiv fild center (bipolar celle i direkte kontakt m. fotoreceptor)
 - receptiv fild surround (input via horizontal cell)
- dvs. direkte & indirekte pathway.

Fotoreceptorer



Bipolære celler (horizontal celler modtager input fra fotoreceptorer → influerer på omgivende bipolære celler + fotorec.)



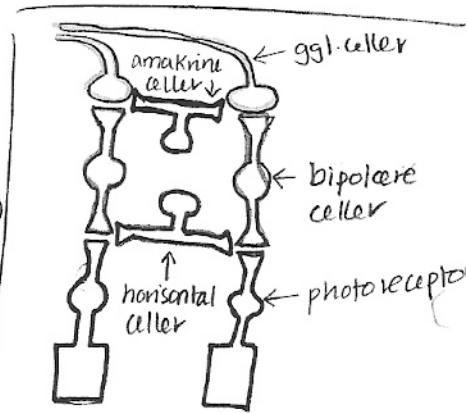
ggl. celler (giver AP → imp. → (NS + II))
(amakrine celler modtager input fra bipolære celler → influerer på ggl. celler, bipolære celler + andre amakrine celler.)

OBS! De eneste lysfølsomme celler i retina er fotoreceptorer!

② Ggl. celler er den eneste kilde af output fra retina
Ingen andre retinale celler tj. projects et axon gen. den optiske nerve.

- laminal organisering af retina:

- ggl. cellelag (ggl. cellelag)
- indre plexiform lag (synapse ml. bipolar, amakr., ggl. celler)
- indre nuclear lag (bipolære cellelag, horizontal + amakr. celler)
- ydre plexiform lag (synapse ml. fotoreceptorer & bipolære + horizontal celler)
- ydre nuclear lag (fotorecepter celle lag.)
- lag af fotoreceptorer ydre segmenter (retinas lysføl. elementer)
- pigmenteret epithel



Fotoreceptorer:

- Retinalstruktur varierer fra fovea til retinal periferi.
- Generelt flere stave end tæppe i periferien. + højere rate af af fotorec. til ggl. celler → Kombi. eff. ⇒ periferen mere lysfølsom.
- FORSØG! s. 291
- fovea centralis: dybde, da nucleus lag ikke eksisterer ⇒ lys kan ramme fotoreceptorer direkte, v. stave, kur tæppe.

Information i ydre plexiforme lag:

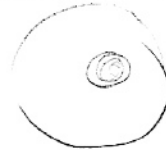
- Fotorec. frigiver NT v. depol. (aminosyre glutamat)
- Fotorec. — depol. → mørke
- Fotorec. — hyperpol. → lys
- i ydre plexiforme lag → hver fotorec. er i synap. kontakt m. to tp. retinale neuroner — bipolar celler → direkte pathway fra fotorec. → feed info. lat. i ydre pl. lag → influerer aktivitet af nabo bipolarer alle + fotoreceptorer.

Bipolarcelle receptive fields:

- 2 slags:
- OFF bipolarer alle - glutamat-gatede kation kanaler → medierer EPSP (depol.) fra Na^+ influx
- ON bipolarer celler - G-prot. kobl. receptorer → glutamat → hyperpol.
- Navne OFF = (meget glut.) Light OFF, ON = (lidt glut.) Light ON
- hver bipolar celler modtager input (direkte, synaptisk) fra samtl. af fotorec. (stammer fra center af fovea i deniske retina.)

Receptive felt:

- omk. i retina, som når det bliver stimuleret m. lys, ændre celledes memb. pot.
- bipolar celledes receptive felt: center + omgivende dimensioner måles i mm i omkr. retina: $1 \text{ min} = 3,5^\circ$
- arb. modsat hinanden dvs. at den ene hyperpol. er den andens depol.
- i center → direkte pathway til bipolar celler
- i omg. → indirekte → via horizontal celler → bipolar celler



NF: Øjet

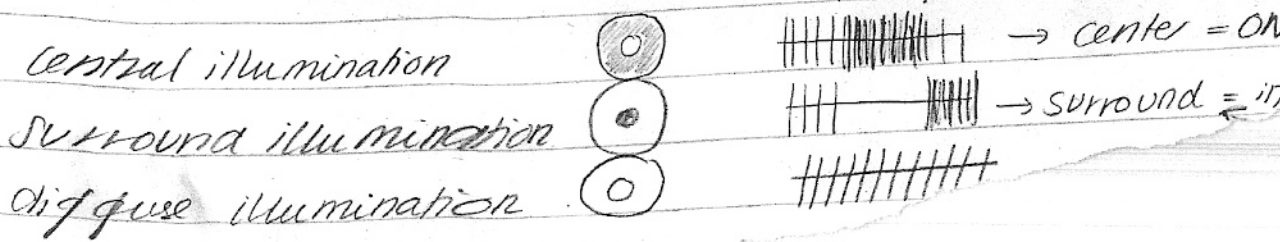
- Fkt \leq ^{syn} balance _{degnytme}
- Anatomi / Opbygning
- Lysbrydning (akk. + lysledl.)
- Hyperopi, myopi, presbyopi, astigmatisme
- Retina opbyggn.
- Fotoreceptorer + transduction (rhodopsin = retinal + opsin = vit. A. syre & prot.)
- Kanter \rightarrow Retina har mekanisme hvorpå det kan detekteres \rightarrow Center-surround fkt. i ggl. celler

light OFF \rightarrow depol.
 \rightarrow glutamat

light ON \rightarrow hyperpot.
 \rightarrow glutamat

- center $\left\{ \begin{array}{l} \text{centralt} \rightarrow \text{en} \\ \text{perifer} \rightarrow \text{mange} \end{array} \right.$
- surround \rightarrow et antal fotoreceptorer koblet til center via horisontale celler
- \Rightarrow ggl. celler reagerer kraftigt på lokal kontrast i deres receptive felt

EX. ON-center / OFF surround ggl. celle:



To me

Oplikt: læren om bølger og deres interaktioner (reflektion, absorption, refraction) (1) (2)



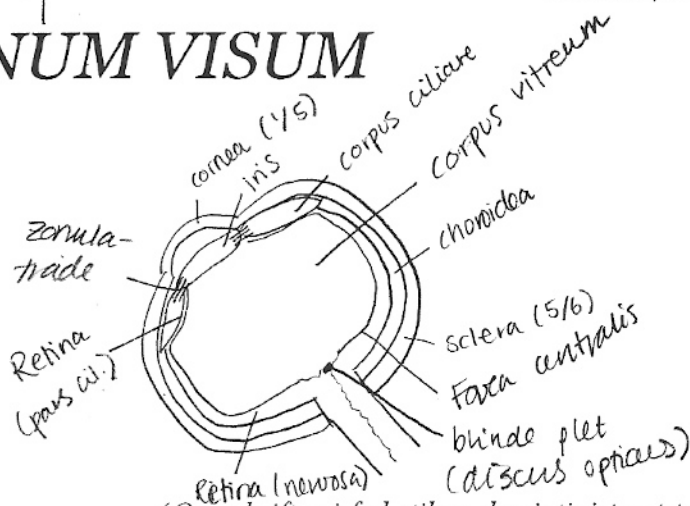
① + ② bestemmer hvad der kommer ind i øjet

Tanvir "Friday" Bari
Medicinstudiet
Københavns Universitet
Forår 2008, 3.sem

3. ØJET - ORGANUM VISUM

Disposition:

1. Funktion
2. Makroskopisk struktur
3. Lysbrydning
4. Retina
5. Photoreceptorer
6. Gangliaceller
7. Synapsemekanismer
8. Mørkeadaptation
9. Klinik



(Overskrifter i fed stil er de vigtigste at tage med. Hvis du skal fokusere på noget du har mindre godt styr på, eller har tid til overs, så er de andre to gode "wingnings" temaer, dvs. hører måske ikke direkte til spørgsålet men kan sagtens fortælles om da de er forudsætninger for hvordan øjet fungerer.)

Funktion

- Syn vigtigste sansorg.
 - Balance uden syn let at miste balance
 - Døgnrytme
- forsøg m. folk i grøtte

Syn → øjets fkt:
 Dagsyn / nat syn → tappe
 Nat syn → stave
 automat. fkt. → orienteringsregl. (gasc. lang. med)
 døgnrytme (via ncl. suprachiasm.)
 Balance (sam. m. vestibulært syst. & mekanoreceptorer)

Makroskopisk Struktur

Bulbus oculi indeles i tre lag, udefra og ind/centralt:

1. Tunica Fibrosa: Forrest Cornea (hornhinden), limbus, Sclera (senehinden).
 2. Tunica Vasculosa: Forrest Iris (regnbuehinden) med Sphincter og dilator pupillae, Corpus ciliare med M. ciliaris, Choroidea (årehinden). → vasculære rum
 3. Retina (+tunica interna) → pars optica (sansepithel) + pars ciliaris retinae (7. neuralt)
- Ud bagfra løber n. opticus med nervfibre fra retinas celler som "opfanger" lyset og sender det videre som elektriske impulser.
 - Linsen: bag Iris, bryder lyset og holdes udspændt af ciliarsukler som danner en ring inde i øjet.
 - Humor Aqueus: Kammervæsken udfylder hulrum foran Iris og mellem Iris og Linsen - sørger for det rigtige tryk i øjet.
 - Vitreus humor: øjets form.
 - Pupillen: Kan formindskes/forstørres ved mm. Dilator/sphincter pupillae - mere eller mindre lys ind. (PS og Symp.)

OBS! Forsøg

Discus opticus (den blinde plet) (hvor n. opticus træder ind)

Lysbrydning

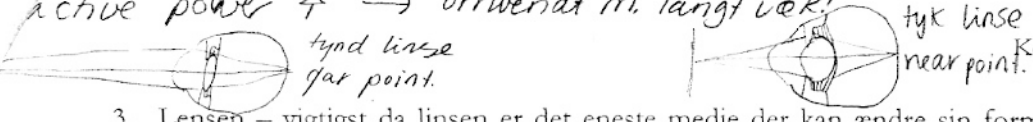
Øjets brydende medier er:

- Fordi vi går fra et medie (luft) til andet (forsk. i molekyltæthed)
- ← 1. Cornea - størst brydning
 2. Kammervæsken

- Fovea centralis (syn skarpest) fordi 7. n. l. dvs. lys rammer photorecept. direkte
- camera ant. & post.
- corpus ciliare → upigm. epithel (lag 5) producerer kammervæske

et er tæt på → mm. Ciliare kontrahere (svulmer i str.) → sænker i suspensoriske lig. ⇒ linse mere rund og tyk (pga. elasticitet) indrindningen hæver curvature af linse overflade active power ↑ → omvendt m. langt væk!

Tanvir "Friday" Bari
Medicinstudiet
Københavns Universitet
Forår 2008, 3.sem



3. Linsen – vigtigst da linsen er det eneste medie der kan ændre sin form, akkomodere, og derved ændre lysets brydning. Sker ved kontraktion af mm. Ciliares → afslapning af fibre som holder øjet udstrækt (Fibrae Zonula) → mere krum lens → større brydning. *Eune til at akkomodere ændres m. alderen!*
Øjet kan være for langt/kort i forhold til linsens brydning:
Brydningen måles i dioptrier.

←
Pupillrefleks:

consensual
lys i et øje ⇒
konstriktion i begge
den forsk. i str. →
for problem i HS ⇒ neurologisk

- Hyperopi / Långsynthet: For kort øje, brydning bag retina, konstant akkomoderet lins, svært at se på lille afstand, korrigeres med briller med konvex lins.
- Myopi / Nærsynthet: For langt øje, brydning foran retina, kan ikke se klar op lange afstand, korrigeres med konkav lins.
- Presbyopi / Alderssynthet: Stuv lins, svært at akkomodere → svært at se på lille afstand. Korrigeres med briller med opadtil konkav, nedadtil konveks lins. → skyldes at nogle celler i øjet vokser hele livet i str.
- Astigmatisme: "Oval" linse. Linsen er forskelligt krummet f.eks. vertikalt i forhold til horisontalt, korrigeres med linse som udligner dette.

Retina

Er opbygget i 10 lag hvorav 3 lag indeholder cellelegemer, fra centrum af bulbus:

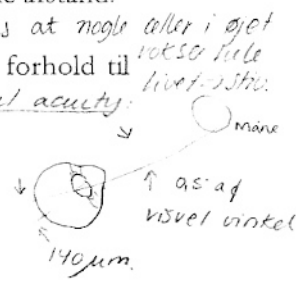
visi. gade. exit →

1. Tappe/stave med photoreceptorer
2. Bipolære celler (+ andre celler som horisontalceller)
3. Ganglieceller (diger AP som respons på lys → imp. → II + CNS)

Dvs. fotoner skal gennem de to første cellelag for at nå photoreceptorerne.

På/i retina ses to vigtige strukturer

- Discus n. opticus – område hvor nerverfibrer fra retina samles n. opticus og løber ud samt øjets kar forsyning (inderste fem lag). – blinde plet
- Macula med fovea centralis – størst koncentration af tappe – skarpest syn.

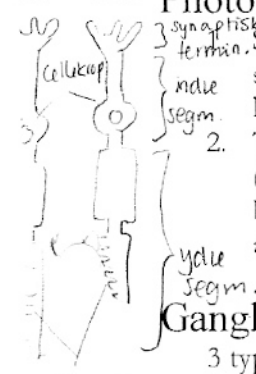


VENO

Retina

(∞) (rode)
av: Tap:

Photoreceptorer (transduktion / konversion af elektromagn. radiation indtil neural signal)



1. Stave: Reager på alle bøljelængder – dvs. ser sort og hvidt. Meget følsomme, kan registrere med stimuli på 1 foton, bruges mest om natten. Opsin. Kontakt med mange bipolære celler via horisontalceller. Findes primært perifert i retina, 120 millioner stk. *mere følsomme*
2. Tappe: Tre forskellige celler der bruger 3 forskellige opsin molekyler → 3 forskellige farver (Rød, Grøn, Blå og blanding af rød og grøn → Gul) Ikke lige så følsomme men kontakt med få bipolære celler → kontrast / skærpa. Bruges om dagen, de fleste findes i fovea centralis, dvs. til at se skarpt med. Lille spatial opløsning, stor temporal, 4 millioner stk. *delsomme for forsk. bøljelængder*

Ganglieceller

3 typer:

1. Magnocellulære ganglieceller (M-type): 10%, On – center/ Off-surround eller omvendt, største ingen farve opponens, ses perifert i retina, stor staveinput, lille spatial opløsning, stor temporal. *Største recept. felt, leder AP hurtigere i optiske nerve, mere sensitive til lavkontrast stimuli*
2. Parvocellulære ganglieceller (P-type): 80%, Grøn rød opposition – alle salgs, eller Blå on center / Gul off surround, tættest i fovea centralis, ingen staveinput, stor spatial opløsning, lille temporal. *cells with a sustained discharge as long as the stimulus is on*
3. NonM-NonP-ganglieceller (NMNP): 8%, primært farve

Herefter forklares:

- Receptivt felt: det område af verden vor stimuli giver respons i en specifik celle.
- Hvordan de forskellige typer af ganglieceller virker. Husk at ON^{OFF} -center sender AP'er når den stimuleres med mørkt (og ikke lyst!!) centralt og omvendt. Photoreceptor i Center

og/eller er sensitive for forsk. bøljelængd. eller opponent ll.s. ⇒ red/green
faktum at svare en bøljelængde i optisk felt center er blinde v. at vise en anden bøljelængde i den receptive omr. omk.

Ex. s. 304 rød center-grøn surround vil reducere respons pga. overlap
red vs. grøn ⇒ R+G-
blå vs. gul

← 3

→ direkte kontakt til bipolarer celler (glutamat). Surround områderne → horisontalceller op/nedjusterer output af GABA til inhibition → skarphed. Flere gangliecellers receptive felter samles i rækker med forskellige retninger i cortex → skarphed.

- At ganglieceller føler kontraster i lys og ikke lysstyrke. Objektgendensens første trin er afgrænsning af objektet fra omgivelserne. Spatial kontrast = lysintensitet samt spektral kontrast (forskul i farv).
- Opløsningsevne: normalt 1 bueminut = 1/60° hos mennesket. Det mindste afstand/vinkel hvorved to objekter kan adskilles fra hinanden som to forskellige og ikke den samme.

NB: vid forklaring af disse punkter er det vigtigt at "dra ut på tiden", dvs. dette er en vigtig del af spørgsmålet og skal forklares grundigt gerne med tegninger. Læs om det hvis du ikke har helt styr på tingene.

Synapse mekanismer

Receptorcellerne er retinas eneste celler som reagerer på lys:

Lys → Rhodopsin (dannes udfra Retinal + opsin) binder til G-prot.recep. (transducin) → Transducinet aktiveres → aktiverer cGMP-fosofdiesterase → cGMP i cellen hydrolyseres → Na-kanaler lukkes → hyperpolarisation → ingen glutamat til ganglieceller dvs. **disinhibition**. Altså når lys rammer receptorceller i retina vil disse cellers fyringsfrekvens sænkes eller ophøre.

Mørkeradaptation

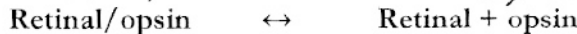
Definition: transition from all-cone daytime vision to all-rod

Virker ved to processer: *nighttime vision is not instananeous, takes 20-25 min.*

1. Fotoreceptorerne: regulering af antallet receptor-molekyler til rådighed for "foton-fangst".

Mørket: Meget fotopigment: Lys: Mindre fotopigment
rhodopsin (retinal/opsin)

- *Regeneration of unbleached rhodopsin (dvs. skifter farve fra lilla til lys)*



2. Netværksadaptation: Øget konvergens af stave på ganglieceller, dvs. en gangliecelle vil registrere fra flere tappe. Dynamisk (foranderligt) område på 1:10³.

Klinik

- **Farveblindhed:** mangel på en/flere typer af tappe, f.eks. "grønne tappe". Dvs. personens retina vil ikke opfange alt grønt lys som rammer den og farven vil opleves som mindre grøn. Man taler ofte om rød-grøn farveblindhed da rød og grøn bløjlængder ligger tæt på hinanden. s. 297.

- **A-vitamin:** Bruges til at fremstille Retinal. Mangel på dette vitamin vil kunne påvirke lysfølsomheden, specielt i det meget følsomme stavene. Dette kan lede til det vi kalder Natblindhed. Så spis gulerødder!

- *exotropia*

- *cataract*